● Idun Kistinnah ● Endang Sri Lestari

BUKU SEKOLAH ELEKTRONIK bse

BIOLOGI

Makhluk Hidup dan Lingkungannya

SMA/MA



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional

Untuk Kelas X

SMA/MA
untuk Kelas X

BIOLOGI
Makhluk Hidup dan Lingkungannya

● Idun Kistinnah
● Endang Sri Lestari

Idun Kistinnah
Endang Sri Lestari

BIOLOGI 1

Makhluk Hidup dan Lingkungannya

Untuk SMA/MA Kelas X

PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

BIOLOGI 1

Makhluk Hidup dan Lingkungannya
Untuk SMA/MA Kelas X

Idun Kistinnah
Endang Sri Lestari

Editor Materi	:	Santi Ariandi
Editor Bahasa	:	Sri Iswanti Mutmainah
Tata Letak	:	Desey Eka
Design Cover	:	Marwanto
		Adopted by: Encarta 2006
Ilustrator	:	Bayu, Haryana, Cahyo, Hary

574.07
IDU IDUN Kistinnah
b Biologi 1 : Makhluk Hidup dan Lingkungannya Untuk SMA/MA Kelas X / Idun Kistinnah, Endang Sri Lestari ; editor, Santi Ariandi, Sri Iswanti Mutmainah ; ilustrator, Bayu…[et al]. -- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
vi, 402 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 392
Indeks
ISBN 978-979-068-129-3 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-131-6

1. Biologi-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Endang Sri Lestari III. Santi Ariandi IV. Sri Iswanti Mutmainah V. Bayu

Hak cipta buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit CV. Putra Nugraha

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009

Diperbanyak oleh

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (website) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 27 Tahun 2007 tanggal 25 Juli 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (down load), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Pebruari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena akhirnya kami bisa menyelesaikan penulisan buku Biologi SMA dan MA ini. Bagi Anda pelajar SMA dan MA, buku ini akan membimbing Anda dalam mempelajari konsep Biologi secara mudah dan menyenangkan.

Buku ini kami sajikan dengan pendekatan *konstruktivisme, inquiry, questioning, learning community, modeling, reflection*, dan *evaluasi komprehensif*. Dengan pendekatan ini, diharapkan Anda akan terlibat aktif dalam mengenal, menganalisis, dan menyimpulkan konsep Biologi.

Tujuan pembelajaran Biologi adalah mengembangkan daya nalar untuk memecahkan konsep-konsep Biologi dikaitkan dengan fakta-fakta yang ada di lingkungan sekitar. Untuk mencapai tujuan itu kami uraikan materi yang disertai **Tugas**, baik individu maupun kelompok, **Kegiatan Kelompok**, baik eksperimen dan noneksperimen. Sebagai evaluasi untuk mengukur daya serap Anda terhadap materi, kami sajikan **Latihan dan Ulangan Blok** untuk melatih kemampuan kognitif dan **Uji Kompetensi** yang memuat tiga aspek evaluasi, yaitu kognitif, psikomotorik, dan afektif.

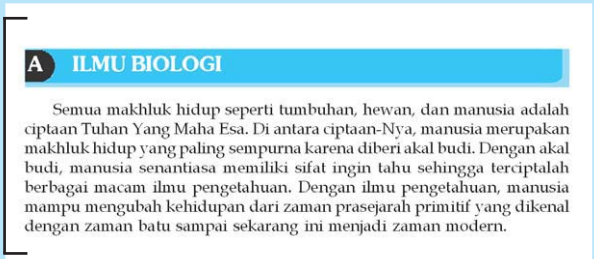
Dengan pola buku seperti yang kami sajikan tersebut, kami berharap semoga buku ini bermanfaat, baik bagi siswa maupun guru dalam proses belajar mengajar Biologi di tingkat SMA dan MA.

Penulis

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Untuk menggunakan buku ini sebagai panduan belajar, perhatikan petunjuk-petunjuk berikut!

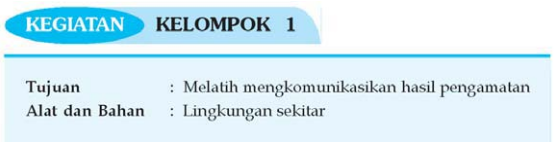
1. Pelajari dan pahami teori-teori dan konsep-konsep Biologi dalam uraian materi dengan menggunakan *metode inquiry* dan pola masyarakat belajar yang dikembangkan dalam buku ini.



A ILMU BIOLOGI

Semua makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia adalah ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Di antara ciptaan-Nya, manusia merupakan makhluk hidup yang paling sempurna karena diberi akal budi. Dengan akal budi, manusia senantiasa memiliki sifat ingin tahu sehingga terciptalah berbagai macam ilmu pengetahuan. Dengan ilmu pengetahuan, manusia mampu mengubah kehidupan dari zaman prasejarah primitif yang dikenal dengan zaman batu sampai sekarang ini menjadi zaman modern.

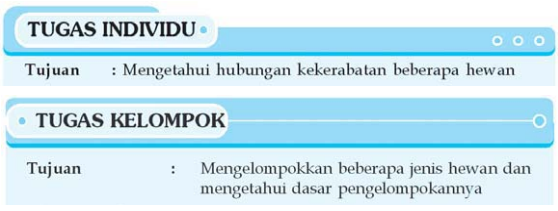
2. Untuk mengembangkan kemampuan psikomotorik, lakukan **Kegiatan Kelompok** melalui kegiatan eksperimen, baik di dalam laboratorium maupun di luar laboratorium.



KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Melatih mengkomunikasikan hasil pengamatan
Alat dan Bahan : Lingkungan sekitar

3. Kerjakan **Tugas Individu** dan **Tugas Kelompok** untuk mengembangkan kemampuan personal maupun sosial.



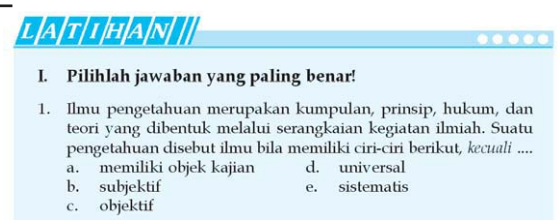
TUGAS INDIVIDU

Tujuan : Mengetahui hubungan kekerabatan beberapa hewan

TUGAS KELOMPOK

Tujuan : Mengelompokkan beberapa jenis hewan dan mengetahui dasar pengelompokannya

4. Soal-soal **Latihan** dapat digunakan untuk melatih kemampuan kognitif dari materi yang ada dalam setiap bab.

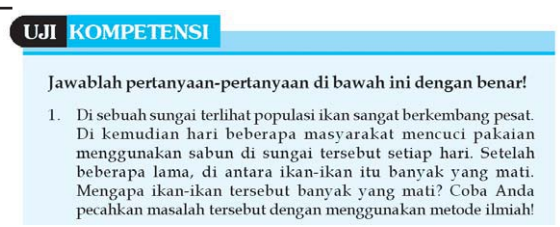


LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Ilmu pengetahuan merupakan kumpulan, prinsip, hukum, dan teori yang dibentuk melalui serangkaian kegiatan ilmiah. Suatu pengetahuan disebut ilmu bila memiliki ciri-ciri berikut, *kecuali*
 a. memiliki objek kajian
 b. subjektif
 c. objektif
 d. universal
 e. sistematis

5. Kerjakan soal-soal yang ada dalam **Uji Kompetensi** yang mencakup tiga ranah evaluasi, yaitu kognitif, psikomotor, dan afektif.



UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di sebuah sungai terlihat populasi ikan sangat berkembang pesat. Di kemudian hari beberapa masyarakat mencuci pakaian menggunakan sabun di sungai tersebut setiap hari. Setelah beberapa lama, di antara ikan-ikan itu banyak yang mati. Mengapa ikan-ikan tersebut banyak yang mati? Coba Anda pecahkan masalah tersebut dengan menggunakan metode ilmiah!

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN **iii**
KATA PENGANTAR **v**
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU **vi**
DAFTAR ISI **vii**

BAB 1 BIOLOGI SEBAGAI ILMU **1**
A. Ilmu Biologi 3
B. Cara Pemecahan Masalah dalam Mempelajari Biologi 14
C. Ruang Lingkup Biologi 17
D. Peranan Biologi dalam Kehidupan 27
UJI KOMPETENSI 32
BAB 2 KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP **33**
A. Keanekaragaman Makhluk Hidup 35
B. Tujuan, Manfaat, dan Dasar-Dasar Klasifikasi Makhluk Hidup 36
C. Macam-Macam Klasifikasi 41
D. Klasifikasi dalam Biologi Modern 47
E. Sistem Klasifikasi 50
F. Identifikasi Makhluk Hidup 52
UJI KOMPETENSI 60
BAB 3 VIRUS **61**
A. Terbentuknya Virus 63
B. Ciri-Ciri Umum Virus 64
C. Bakteriofage 67
D. Cara-Cara Reproduksi Virus 72
E. Peranan Virus dalam Kehidupan Manusia 74
UJI KOMPETENSI 86
BAB 4 BAKTERI **87**
A. Ruang Lingkup Bakteri 89
B. Jenis-Jenis Bakteri 96
C. Peranan Bakteri dalam Kehidupan Manusia 105
D. Penanggulangan terhadap Bakteri yang Merugikan 108
UJI KOMPETENSI 114
BAB 5 PROTISTA **115**
A. Ciri-Ciri Protista 117
B. Macam-Macam Protista 119
UJI KOMPETENSI 150
BAB 6 JAMUR/FUNGI **151**
A. Ciri-Ciri Jamur 154
B. Klasifikasi Jamur 157
C. Simbiosis antara Jamur dengan Makhluk Hidup Lain 171
UJI KOMPETENSI 180

ULANGAN BLOK 1 **181**
BAB 7 DUNIA TUMBUHAN **183**
A. Ciri-Ciri Umum Tumbuhan 185
B. Macam-Macam Tumbuhan 186
UJI KOMPETENSI 226
BAB 8 DUNIA HEWAN **227**
A. Ciri-Ciri Umum Hewan 229
B. Pengelompokan Hewan 230
UJI KOMPETENSI 290
BAB 9 KEANEKARAGAMAN HAYATI DI INDONESIA **291**
A. Persebaran Keanekaragaman Hayati di Indonesia 293
B. Peranan Keanekaragaman Hayati dalam Kehidupan Manusia 301
C. Peranan Manusia terhadap Keanekaragaman Hayati 304
D. Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya 307
E. Tingkat Keanekaragaman Hayati 312
UJI KOMPETENSI 320
BAB 10 EKOSISTEM **321**
A. Lingkungan Hidup Ekosistem 323
B. Satuan-Satuan dalam Ekosistem 326
C. Interaksi dalam Ekosistem 327
D. Kedinamisan Ekosistem 332
E. Suksesi 343
F. Tipe-Tipe Ekosistem 345
UJI KOMPETENSI 356
BAB 11 KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DAN PERUBAHANNYA **357**
A. Keseimbangan Lingkungan 359
B. Perubahan Lingkungan 360
C. Pencemaran Lingkungan 361
D. Dampak Pencemaran 373
E. Pengurangan Limbah (Sampah) 375
F. Etika Lingkungan 382
UJI KOMPETENSI 387
ULANGAN BLOK 2 **388**

KUNCI JAWABAN **391**
DAFTAR PUSTAKA **392**
DAFTAR GAMBAR DAN TABEL **393**
GLOSARIUM **397**
INDEKS SUBJEK DAN PENGARANG **400**

BAB 1 BIOLOGI SEBAGAI ILMU

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang biologi sebagai ilmu. Dengan mempelajari materi ini, diharapkan Anda dapat mengetahui ciri-ciri, objek, serta ruang lingkup ilmu biologi. Selanjutnya, Anda diharapkan dapat mengetahui manfaat ilmu biologi sehingga dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Apa yang Anda pikirkan tentang kegiatan yang dilakukan seseorang pada Gambar 1.1? Gambar tersebut memperlihatkan seseorang yang mengadakan penelitian untuk menyelidiki sesuatu. Kegiatan itu menunjukkan sifat manusia yang memiliki rasa "ingin tahu". Manusia adalah ciptaan Tuhan yang paling sempurna di antara makhluk hidup lainnya karena dibekali dengan akal dan pikiran sehingga diharapkan mampu mengolah alam beserta isinya dengan sebaik-baiknya.



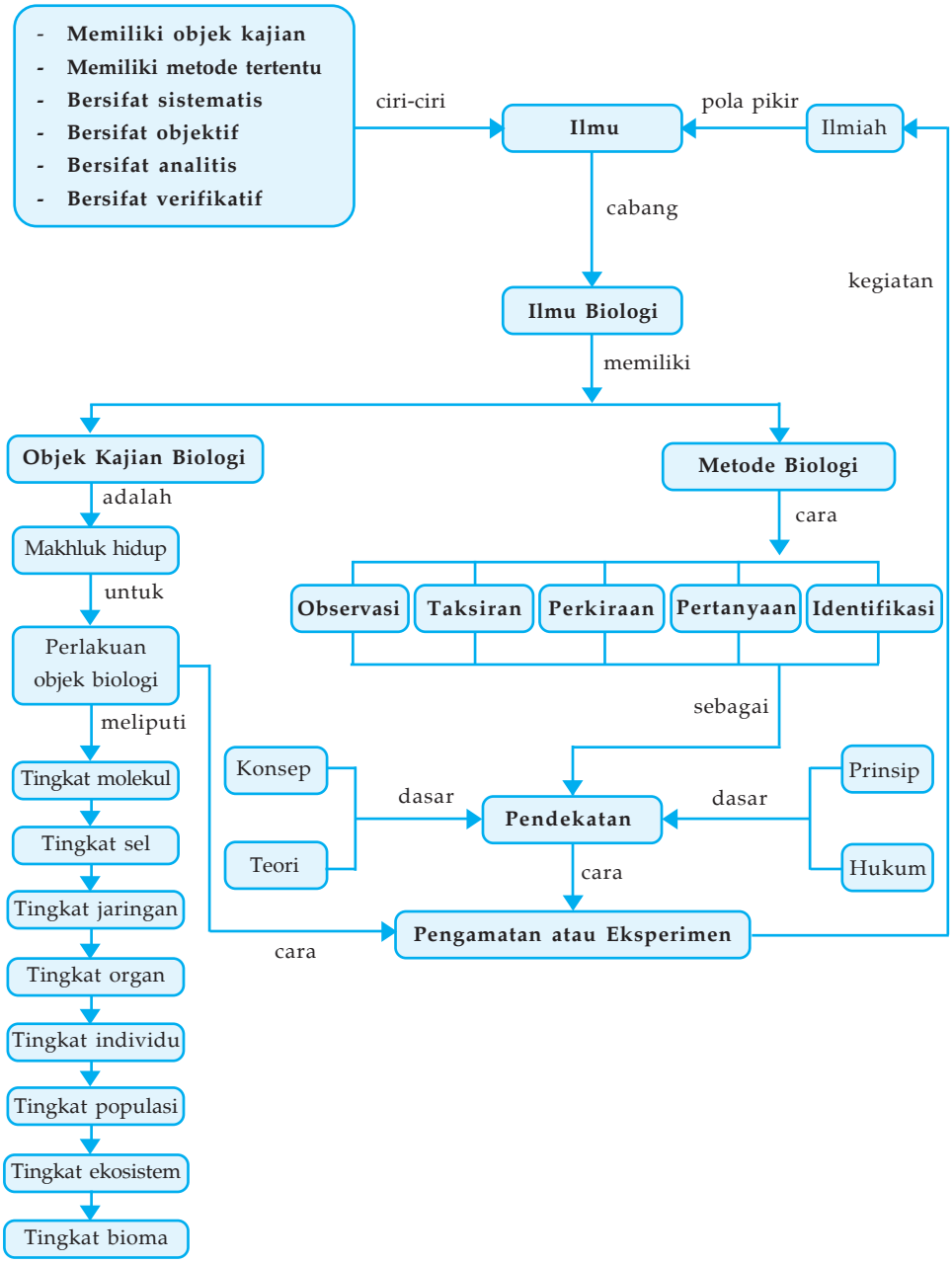
Sumber: Foto Joned

Gambar 1.1
Seseorang sedang meneliti sesuatu

Kata Kunci

- ilmu
- biologi
- objek
- metode
- metode ilmiah
- sistematis
- variabel
- eksperimen

PETA KONSEP


- Memiliki objek kajian
- Memiliki metode tertentu
- Bersifat sistematis
- Bersifat objektif
- Bersifat analitis
- Bersifat verifikatif
ciri-ciri
Ilmu
pola pikir
Ilmiah
cabang
kegiatan
Ilmu Biologi
memiliki
Objek Kajian Biologi
Metode Biologi
adalah
cara
Makhluk hidup
untuk
Observasi
Taksiran
Perkiraan
Pertanyaan
Identifikasi
Perlakuan objek biologi
sebagai
meliputi
Konsep
Teori
dasar
Pendekatan
dasar
Prinsip
Hukum
cara
Tingkat molekul
Tingkat sel
Tingkat jaringan
Tingkat organ
Tingkat individu
Tingkat populasi
Tingkat ekosistem
Tingkat bioma
cara
Pengamatan atau Eksperimen

Di antara makhluk hidup, manusia memiliki derajat lebih tinggi. Ia memiliki sifat "ingin tahu" yang berasal dari akal budinya. Kemampuan itu tidak dimiliki makhluk hidup lain (seperti hewan dan tumbuhan). Sifat keingintahuan manusia adalah ingin tahu lebih banyak akan segala sesuatu yang ada di lingkungan sekitarnya. Sifat ini mendorong manusia untuk melakukan penelitian. Dengan penelitian tersebut, manusia dapat menjawab ketidaktahuan serta mampu memecahkan permasalahan yang dihadapinya.

Seiring dengan perkembangan zaman, sifat keingintahuan manusia semakin berkembang. Hal itu dilakukan dengan cara mempelajari, mengadakan pengamatan dan penyelidikan untuk menambah pengetahuan dan keterampilannya tentang makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan serta alam sekitarnya. Ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang makhluk hidup disebut *biologi* atau *ilmu hayat*.

Mengapa kita perlu mempelajari ilmu biologi? Apa saja manfaat atau kegunaan kita mempelajari ilmu tersebut? Pelajarilah materi berikut ini dengan baik!

A ILMU BIOLOGI

Semua makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia adalah ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Di antara ciptaan-Nya, manusia merupakan makhluk hidup yang paling sempurna karena diberi akal budi. Dengan akal budi, manusia senantiasa memiliki sifat ingin tahu sehingga terciptalah berbagai macam ilmu pengetahuan. Dengan ilmu pengetahuan, manusia mampu mengubah kehidupan dari zaman prasejarah primitif yang dikenal dengan zaman batu sampai sekarang ini menjadi zaman modern.

Di era globalisasi seperti sekarang ini, ilmu pengetahuan berkembang sangat cepat yang tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu. Contohnya, jika terjadi suatu peristiwa di suatu wilayah, misalnya peristiwa perang antara Irak - Amerika Serikat; terjadinya bencana gelombang pasang tsunami di Daerah Istimewa Aceh, maka hanya dalam hitungan menit, bahkan detik peristiwa tersebut dapat segera diketahui pihak di wilayah lain, walaupun dari jarak yang cukup jauh. Begitu juga dengan ilmu biologi yang telah mencapai perkembangan luar biasa karena telah mencapai pengetahuan substansi kehidupan sampai pada tingkat molekuler. Contoh manfaat ilmu biologi pada tingkat molekuler, yaitu peristiwa terjadinya bom Bali. Pada peristiwa itu pelaku peledakan ikut hancur bersama bomnya, maka satu-satunya cara untuk mengetahui identitas pelaku peledakan yaitu hanya dengan menggunakan tes DNA yang terdapat pada tingkat molekuler.

1. Pengertian Ilmu

Jika manusia merasa lapar, upaya apakah yang akan dilakukan? Dorongan rasa lapar menyebabkan manusia berupaya mencari makanan, yaitu dengan mencoba-coba memakan tumbuhan atau hewan yang ada di sekitarnya. Usaha tersebut terkadang salah dan terkadang benar. Namun, akhirnya dari pengalaman tersebut manusia sudah mampu membedakan antara tumbuhan dan hewan yang bisa dimakan maupun yang tidak bisa dimakan.

Sumber bahan makanan manusia antara lain berasal dari hewan, misalnya daging sapi, ayam, dan lain-lain. Semula manusia memakannya dengan olahan yang sederhana. Selanjutnya, sejalan dengan perkembangan pemikiran, manusia mulai mencari cara menjadikan makanannya lebih berkualitas, misalnya daging untuk bahan makanan diolah agar menjadi lebih baik kualitasnya, seperti agar lebih lunak, higienis, serta bebas dari kuman penyakit. Bagaimana syarat-syarat itu bisa terpenuhi? Akhirnya manusia menemukan gagasan, yaitu dengan cara menggoreng, merebus, membakar, atau dengan proses yang lain. Peristiwa tersebut merupakan contoh dari awal mula ditemukan ilmu, yaitu dengan cara berpikir sederhana dan dilakukan dengan cara mencoba-coba, sampai selanjutnya mendapatkan pengalaman yang menjadi dasar sebuah pengetahuan.

Seiring dengan perkembangan zaman, pola pikir manusia semakin berkembang pula. Manusia mulai memikirkan tentang alam sekitar berdasarkan rasa keingintahuannya, dengan mengadakan pengamatan dan penyelidikan sehingga ilmu pengetahuan semakin berkembang dengan pesat. Hal ini saling terkait dengan kehidupan masyarakat yang sejalan dengan perkembangan teknologi. Contohnya, penemuan varietas bibit unggul, kawin suntik pada sapi, kelapa hibrida, padi hasil mutasi buatan dari Batan, yaitu padi jenis Atomita yang berguna untuk meningkatkan produksi pangan bagi manusia. Akan tetapi, di sisi lain dengan adanya dengan kemajuan ilmu pengetahuan dapat menimbulkan dampak negatif, seperti timbulnya pencemaran lingkungan.

Anda tentu sudah mengetahui bahwa ilmu pengetahuan merupakan kumpulan konsep, prinsip, hukum, dan teori yang dibentuk melalui serangkaian kegiatan ilmiah. Bagaimana sifat atau ciri suatu ilmu pengetahuan? Suatu pengetahuan dapat disebut sebagai ilmu apabila memenuhi syarat atau ciri-ciri sebagai berikut.

a. Memiliki Objek Kajian

Suatu ilmu harus memiliki objek kajian, contoh ilmu matematika memiliki objek kajian berupa angka-angka, ilmu kimia memiliki objek kajian berupa zat-zat beserta sifatnya. Bagaimana dengan objek kajian biologi? Coba Anda deskripsikan!

b. Memiliki Metode

Pengembangan ilmu pengetahuan tidak dapat dilakukan secara asal-asalan, tetapi menggunakan cara atau metode tertentu. Metode yang digunakan itu bersifat baku dan dapat dilakukan oleh siapapun. Metode apakah yang digunakan untuk menemukan kebenaran secara ilmiah? Coba ingatlah kembali pelajaran tentang metode ilmiah yang Anda pelajari di SMP/MTs!

c. Bersifat Sistematis

Dalam biologi, jika kita akan mempelajari tentang sel, maka materi yang akan kita pelajari perlu mendapat dukungan materi lain, misalnya tentang jaringan, organ, sistem organ, dan individu. Demikian pula sebaliknya, sehingga pengetahuan-pengetahuan itu tidak bertolak belakang. Ilmu pengetahuan bersifat sistematis adalah bahwa sebuah pengetahuan harus memiliki hubungan ketergantungan dan teratur, tidak boleh ada unsur-unsur yang saling bertolak belakang.

d. Bersifat Universal

Apakah yang dimaksud dengan universal? Coba Anda ingat kembali tentang materi reproduksi yang terjadi pada makhluk hidup! Reproduksi seksual selalu dimulai dengan adanya pertemuan antara sperma dan sel telur. Anda pikirkan, apakah hal itu berlaku untuk semua jenis makhluk hidup? Jika benar, berarti ilmu itu berlaku secara umum atau bersifat universal. Jadi, kebenaran yang disampaikan oleh ilmu harus berlaku secara umum.

e. Bersifat Objektif

Bagaimana jika ilmu bersifat tidak objektif? Dapatkah ilmu itu dimanfaatkan untuk kesejahteraan manusia? Sebuah ilmu harus menggambarkan keadaan secara apa adanya, yaitu mengandung data dan pernyataan yang sebenarnya (bersifat jujur), bebas dari prasangka, kepentingan, atau kesukaan pribadi.

Saat ini, ilmu biologi sudah mengalami perkembangan yang luar biasa. Telah disebutkan di awal materi bahwa pada saat terjadi peristiwa bom Bali, untuk mengungkap identitas pelaku peledakan bom tidak bisa dilakukan dengan menggunakan sidik jari karena tubuh pelaku peledakan bom juga ikut hancur. Untuk mengetahui identitas pelaku hanya dapat digunakan satu cara, yaitu dengan menggunakan tes DNA yang berasal dari serpihan tubuh pelaku peledakan yang kemudian dicocokkan dengan DNA orang tuanya.

f. Bersifat Analitis

Ingatlah kembali pelajaran IPA saat Anda belajar di SMP/MTs! Jika ingin mempelajari struktur dan fungsi tumbuhan, maka Anda akan mempelajari bagian-bagian yang lebih rinci, yaitu akar, batang, daun, dan sebagainya. Itulah sebabnya kajian suatu ilmu dapat terbagi-bagi menjadi bagian yang lebih rinci guna memahami berbagai hubungan, sifat, serta peranan dari bagian-bagian tersebut.

g. Bersifat Verifikatif

Suatu ilmu mengarah pada tercapainya suatu kebenaran. Misalnya, teori tentang *Generatio Spontanea*, menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati yang sudah diyakini kebenarannya, tetapi akhirnya teori itu digugurkan dengan teori *Biogenesis*, menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup juga. Akhirnya teori ini diyakini kebenarannya sampai sekarang.

Coba Anda pikirkan, apakah suatu konsep yang diperoleh hanya dengan mengira-ngira atau menerka saja dan hasilnya berupa pendapat atau perkiraan dapat juga disebut sebagai ilmu?

2. Objek Kajian Biologi

Sekarang Anda sudah memahami tentang ilmu pengetahuan beserta sifat-sifatnya. Biologi merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan. Ilmu biologi sering pula disebut ilmu hayat, yaitu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang makhluk hidup. Ketika mempelajari biologi di SMP/MTs, tentu saja Anda sudah pernah melakukan pengamatan dan melaksanakan eksperimen. Semakin banyak objek yang Anda amati, semakin banyak pula yang dapat Anda eksperimenkan.

Objek kajian biologi meliputi manusia, hewan, tumbuhan, serta mikroorganisme yang dapat dilihat dengan mata telanjang maupun dengan menggunakan bantuan alat, misalnya mikroskop. Jika Anda mengamati dengan mata telanjang, kesan apa yang Anda peroleh dari suatu objek? Anda hanya dapat mengamati tentang warna, bentuk, wujud, serta ukuran objek. Apakah pengamatan tersebut sudah cukup untuk dalam suatu kegiatan ilmu pengetahuan? Tentu saja masih banyak yang harus kita ketahui tentang berbagai hal dari suatu objek, seperti berat benda, rasa, bau, suhu, kasar halus, bunyi atau suara dan sifat lainnya, sehingga alat indra manusia memiliki keterbatasan untuk mengamatinya.

Perlu Diketahui

Ternyata ilmu biologi tidak dapat berdiri sendiri, seperti ditemukannya alat mikroskop, termometer, sinar X, dan lain-lain yang bekerja berdasarkan prinsip Fisika. Seiring dengan perkembangan teknologi ini mikroskop juga telah mengalami kemajuan. Dengan mikroskop elektron kita dapat melihat objek dengan perbesaran sampai 1.000.000 kali.

Jika Anda mengamati jasad renik atau melihat benda yang jaraknya sangat jauh, apakah Anda mampu mengamati dengan mata telanjang? Tentu saja tidak, Anda memerlukan alat bantu, seperti mikroskop atau teleskop.

Seiring dengan berkembangnya bermacam-macam ilmu pengetahuan, biologi sebagai ilmu pengetahuan alam juga berkembang, sehingga objek kajian ilmu biologi semakin banyak. Para ilmuwan tidak sanggup lagi mempelajari secara mendalam seluruh kajian biologi sebagai satu objek studi yang akan dipelajari. Berdasarkan hal itu, maka ilmu biologi memiliki cabang ilmu spesifik dan objek kajian yang semakin khusus untuk memudahkan cara pembelajarannya, mengingat pada umumnya seseorang hanya mampu mendalami salah satu cabang ilmu. Ibarat pohon, ilmu biologi memiliki cabang-cabang seperti berikut.

Anatomi	:	Ilmu yang mempelajari tentang bagian-bagian struktur tubuh dalam makhluk hidup
Agronomi	:	Ilmu yang mempelajari tentang tanaman budidaya
Andrologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang macam hormon dan kelainan reproduksi pria
Algologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang alga/ganggang
Botani	:	Ilmu yang mempelajari tentang tumbuhan
Bakteriologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang bakteri
Biologi molekuler	:	Ilmu yang mempelajari tentang kajian biologi pada tingkat molekul
Bioteknologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang penggunaan penerapan proses biologi secara terpadu yang meliputi proses biokimia, mikrobiologi, rekayasa kimia untuk bahan pangan dan peningkatan kesejahteraan manusia
Ekologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan
Embriologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang perkembangan embrio
Entomologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang serangga
Evolusi	:	Ilmu yang mempelajari tentang perubahan struktur tubuh makhluk hidup secara perlahan-lahan dalam waktu yang lama
Epidemiologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang penularan penyakit
Eugenetika	:	Ilmu yang mempelajari tentang hukum pewarisan sifat
Endokrinologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang hormon
Enzimologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang enzim

Fisiologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang faal (fungsi kerja) organ tubuh
Fisioterapi	:	Ilmu yang mempelajari tentang pengobatan terhadap penderita yang mengalami kelumpuhan atau gangguan otot
Farmakologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang obat-obatan
Genetika	:	Ilmu yang mempelajari tentang pewarisan sifat
Histologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang jaringan
Higiene	:	Ilmu yang mempelajari tentang pemeliharaan kesehatan makhluk hidup
Imunologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang sistem kekebalan (imun) tubuh
Ichtiologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang ikan
Karsinologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang crustacea
Klimatologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang iklim
Limnologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang perairan mengalir
Mikrobiologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang mikroorganisme
Malakologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang moluska
Morfologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang bentuk atau ciri luar organisme
Mikologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang jamur
Organologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang organ
Onthogeni	:	Ilmu yang mempelajari tentang perkembangan makhluk hidup dari zigot menjadi dewasa
Ornitologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang burung
Phylogeni	:	Ilmu yang mempelajari tentang perkembangan makhluk hidup
Patologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang penyakit dan pengaruh-nya bagi manusia
Palaentologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang fosil
Parasitologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang makhluk parasit

Protozoologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang Protozoa
Sanitasi	:	Ilmu yang mempelajari tentang kesehatan lingkungan
Sitologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang sel
Taksonomi	:	Ilmu yang mempelajari tentang penggolongan makhluk hidup
Teratologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang cacat janin dalam kandungan
Virologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang virus
Zoologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang hewan

Dari cabang biologi tersebut, manakah yang termasuk biologi terapan? Diskusikan bersama teman-teman Anda!

3. Metode dalam Ilmu Biologi

Perlu Diketahui

Para ahli pengetahuan harus melakukan pekerjaan ilmiah dengan teliti seperti yang dilakukan oleh **Mendel** yang memulai pekerjaan sekitar tahun 1856 selama 10 tahun. Ia telah melakukan persilangan dan menghasilkan ribuan keturunan hasil persilangan sifat yang diturunkan dari induk pada anaknya. Sampai sekarang ilmu tersebut masih digunakan. Dengan demikian, Mendel dapat disebut sebagai seorang ilmuwan biologi.

Pernahkah Anda berpikir, mengapa para ilmuwan bisa menemukan teori atau hukum dalam ilmu pengetahuan? Sebenarnya, mereka bukan orang-orang yang super, tetapi mereka memiliki kelebihan dalam hal ketekunan, kerajinan, serta tidak mudah merasa putus asa. Keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh kecerdasan saja, tetapi harus didukung dengan kerja keras dan ketekunan sehingga dapat diperoleh suatu keberhasilan.

Para ilmuwan tersebut bekerja secara sistematis, tekun, teliti, dan disiplin. Metode apakah yang digunakan para ilmuwan tersebut? Coba ingat kembali langkah-langkah metode ilmiah yang telah Anda pelajari di SMP/MTs! Langkah-langkah metode ilmiah yang digunakan ilmuwan sehingga berhasil menemukan suatu ilmu adalah sebagai berikut.

a. Menemukan dan merumuskan masalah.
b. Merumuskan hipotesis (menyusun dugaan sementara).
c. Merancang eksperimen untuk merancang hipotesis.
d. Melakukan percobaan.

e. Mengadakan observasi atau pengumpulan data.
f. Menarik kesimpulan.
g. Menguji kesimpulan dengan eksperimen lain.
h. Merumuskan hukum, konsep, atau prinsip.

Bagaimana cara mempelajari ilmu biologi? Apakah Anda harus belajar harus dengan pendekatan fakta, yaitu dengan cara menghafalkan nama, definisi, dan gambar? Apakah dengan cara hafalan, data-data tersebut mudah untuk diingat? Daya ingat setiap orang terbatas, sehingga hafalan tersebut mudah untuk dilupakan. Bagaimana jika belajar dengan pendekatan konsep? Pendekatan secara konsep merupakan pendekatan dua fakta atau lebih yang membentuk satu pengertian. Cara belajar seperti ini masih kurang baik, karena masih banyak fakta dan Anda masih lebih banyak bertindak pasif dan belum berupaya sendiri.

Kegiatan untuk mempelajari biologi sebaiknya dengan melakukan pendekatan proses karena Anda akan mendapatkan fakta atau konsep sendiri. Belajar seperti ini akan dapat bertahan dalam waktu yang lama dan dapat membentuk sikap serta keterampilan ilmiah, seperti yang dilakukan ilmuwan terdahulu. Contohnya, Mendel dalam menemukan ilmu pengetahuan. Apabila Anda belajar dengan melakukan keterampilan proses, yaitu meliputi kegiatan observasi, menggolongkan, menafsirkan, memperkirakan, mengajukan pertanyaan, dan mengidentifikasi variabel, maka Anda akan 'menemukan' ilmu itu sendiri. Berikut ini langkah-langkah belajar dengan pendekatan proses.

a. Mengobservasi

Observasi merupakan hasil dari pengamatan melalui indra, maka Anda akan belajar dengan mencari gambaran atau informasi tentang objek penelitian. Hasil apa saja yang kita peroleh dari suatu pengamatan? Coba Anda sebutkan fungsi alat indra kita. Dengan mata, kita bisa melihat bentuk, warna, serta gerak suatu objek. Dengan alat pendengaran, kita bisa mendengar bunyi atau suara. Dengan lidah, kita bisa merasakan berbagai rasa, dengan perabaan bisa mengetahui permukaan objek, adapun dengan penciuman kita bisa merasakan macam-macam bau.

Dalam mempelajari biologi, kegiatan observasi ini bisa dibantu dengan alat bantu, antara lain mikroskop, kertas lakmus, lup, termometer, penggaris, dan sebagainya. Hasil observasi dapat berupa gambar, bagan, tabel, atau grafik.

Untuk memahami lebih jelas tentang kegiatan observasi ini, lakukanlah Kegiatan Kelompok 1 berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Melatih mengomunikasikan hasil pengamatan
Alat dan Bahan : Lingkungan sekitar

Cara Kerja:

Dengan bekerja secara berkelompok, lakukan pengamatan terhadap ciri-ciri sebatang pohon yang ada di halaman sekolah atau lingkungan sekitar. Selanjutnya, komunikasikan hasil pengamatan Anda itu. Untuk mempermudah pengerjaannya, susunlah laporan hasil pengamatan dengan menggunakan pengamatan alat indra dengan menuliskan ciri-ciri sebatang pohon tersebut ke dalam tabel berikut ini di buku tugas Anda!

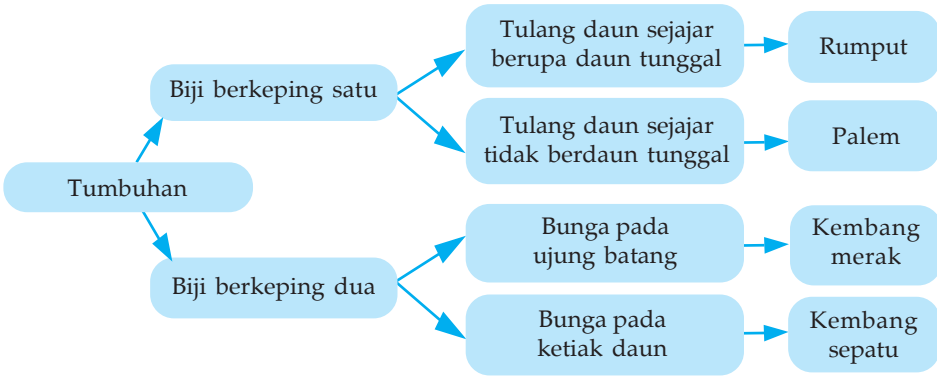
No.	Hasil Pengamatan	Indra yang Digunakan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

b. Menggolongkan

Untuk memudahkan cara mempelajari suatu objek, maka kita lakukan penggolongan suatu objek itu. Jika kita melakukan kegiatan untuk menggolongkan makhluk hidup, maka hasilnya dapat berupa bagan.

Contoh:

Jika Anda diminta membuat penggolongan tanaman kembang merak, kembang sepatu, rumput, palem maka contoh hasilnya bagan sebagai berikut.



Gambar 1.2 Bagan contoh penggolongan tanaman

Coba buatlah penggolongan terhadap hewan seperti sapi, kuda, elang dan harimau. Buatlah bagan dari penggolongan itu! Kerjakan di buku tugas Anda!

c. Menafsirkan

Menafsirkan artinya memberikan arti terhadap suatu kejadian berdasarkan kejadian lainnya. Ketika menafsirkan suatu data, hendaknya kita menggunakan acuan atau patokan.

Contoh: Suatu hari Anda menanam 10 tanaman cabai di halaman rumah. Tanaman cabai itu tumbuh dengan subur. Karena beberapa hari kurang perawatan, akhirnya 5 tanaman cabai mati.

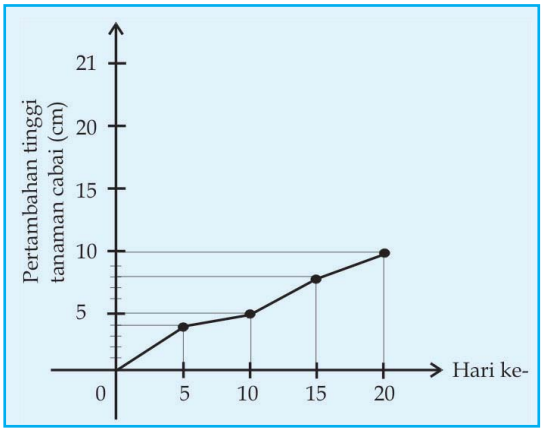
Contoh penafsirannya, ada penurunan jumlah populasi tanaman cabai sebesar $\frac{5}{10} \times 100\% = 50\%$. Penurunan populasi ini mungkin disebabkan oleh pengaruh cuaca, kekurangan air, suhu, atau kelembapan udara.

d. Memperkirakan

Kegiatan memperkirakan bukan berarti meramalkan, tetapi membuat perkiraan berdasarkan pada kejadian sebelumnya atau hukum-hukum yang berlaku.

Contoh: Anda mengamati pertumbuhan tanaman cabai. Pada hari ke-5 tingginya 4 cm, pada hari ke-10 tingginya 6 cm, hari ke-15 tingginya 8 cm, dan pada hari ke-20 tingginya 10 cm. Jika dibuat menjadi sebuah grafik, akan tampak seperti Gambar 1.3 berikut!

Gambar 1.3
Grafik pertumbuhan tanaman cabai



Berdasarkan grafik pada Gambar 1.3, Anda bisa menentukan perkiraan pertumbuhan tinggi tanaman cabai pada hari ke-7, ke-14, dan ke-18. Apakah Anda juga bisa memberikan perkiraan pertumbuhan tanaman cabai pada hari ke-25 dan ke-30? Coba jelaskan!

e. Mengajukan Pertanyaan

Seringkah Anda memiliki naluri 'ingin tahu' untuk mengetahui suatu permasalahan? Untuk menemukan suatu permasalahan, Anda harus dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan, misalnya apa, bagaimana, di mana, kapan, mengapa, dan siapa terhadap suatu objek. Contohnya, suatu saat Anda mengamati tanaman cabai di sekitar rumah. Tanaman cabai tersebut sepertinya terlihat akan mati karena banyak daun yang mulai layu dan menguning, serta banyak bunga yang berguguran. Selanjutnya, tentu akan timbul pertanyaan untuk mengetahui permasalahan tersebut. Bagaimana ciri tanaman cabai yang subur dan tanaman cabai yang tidak subur? Adakah ciri-ciri ketidaksuburan pada tanaman cabai yang Anda amati? Pada bagian mana tanaman itu terganggu? Mengapa tanaman cabai menjadi tidak subur?

Semua pertanyaan itu perlu dicari jawabannya. Di antara pertanyaan itu, ada yang bisa dijawab dan ada yang belum bisa dijawab. Pertanyaan yang belum terjawab merupakan permasalahan yang harus dicari jawabannya, misalnya dengan cara membaca laporan-laporan dari penemuan sebelumnya atau bisa juga dengan cara lain.

f. Mengidentifikasi Variabel

Coba Anda amati, apa saja yang diperlukan tanaman cabai untuk pertumbuhannya?

Tentu Anda mengetahui bahwa pertumbuhan tanaman cabai membutuhkan tanah sebagai tempat tumbuhnya yang ditunjang dengan pupuk, air, pH, cahaya, suhu, serta udara. Faktor-faktor pendukung itulah yang dimaksud dengan variabel. Jadi, *variabel* merupakan faktor-faktor yang berpengaruh dan memiliki nilai (ukuran tertentu) serta dapat berubah atau diubah.

Ada tiga jenis variabel, yaitu *variabel bebas, variabel kontrol*, dan *variabel terikat*. Pada contoh tersebut, tanah sebagai variabel bebas karena akan diteliti pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Variabel bebas adalah faktor yang dapat dibuat bervariasi. Adapun faktor seperti cahaya, suhu, pH, air, udara, dan pupuk merupakan variabel kontrol, yaitu faktor lain yang ikut berpengaruh dan dibuat sama serta terkendali, sedangkan pertumbuhan tanaman cabai sebagai variabel terikat, yaitu faktor yang muncul akibat variabel bebas.

B CARA PEMECAHAN MASALAH DALAM MEMPELAJARI BIOLOGI

Jika Anda sudah mempelajari biologi dengan cara melakukan pendekatan proses, maka langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimen. Eksperimen merupakan kegiatan melalui tata cara tertentu yang biasa dilakukan oleh ilmuwan, dengan tujuan untuk memecahkan masalah atau menemukan jawaban terhadap suatu masalah. Samakah cara yang dilakukan para ilmuwan untuk memecahkan suatu masalah? Ada beberapa indikator/petunjuk untuk menyelesaikan suatu masalah dalam pembelajaran biologi. Apa saja indikator tersebut?

Beberapa indikator yang dipakai untuk memecahan masalah adalah sebagai berikut.

1. Merumuskan Masalah

Dari hasil suatu pengamatan akan timbul suatu permasalahan. Selanjutnya masalah itu dirumuskan, kemudian akan diperoleh fakta yang berkaitan dengan masalah yang akan dihadapi.

Contoh: Anda ingin mencoba memberikan pupuk kompos terhadap tanaman cabai. Perubahan kondisi yang akan diteliti adalah pertumbuhan tanaman cabai, yaitu tentang perubahan tinggi tanaman serta besar daunnya dibandingkan dengan tanaman cabai yang tidak diberi pupuk. Selanjutnya, Anda dapat merumuskan suatu masalah, misalnya adakah pengaruh pupuk kompos terhadap pertumbuhan tanaman cabai? Dari permasalahan ini kemudian disusun hipotesis/dugaan sementara.

2. Menguji Hipotesis

Setelah menyusun jawaban sementara, misalnya bahwa pupuk kompos berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cabai, selanjutnya hipotesis itu diuji dengan melakukan eksperimen melalui tahap-tahap berikut.

a. Perencanaan

Kegiatan perencanaan ini dilakukan sebelum melakukan eksperimen, yaitu dengan merencanakan dan mempersiapkan alat serta bahan terlebih dahulu. Semua peralatan yang dibutuhkan hendaknya didaftar, jangan sampai ada yang terlupakan atau tidak tersedia saat diperlukan. Misalnya untuk contoh di atas, maka alat dan bahan yang diperlukan adalah biji tanaman cabai, pot, tanah, pupuk kompos, air, penggaris/meteran, pensil, kertas, sekam, cetok, timbangan, dan sendok.

b. Pelaksanaan Eksperimen

Pada tahap ini kegiatan yang harus dilakukan adalah menyiapkan semua kondisi yang sama terhadap kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Pada pelaksanaan eksperimen hendaknya memperhatikan hal-hal berikut.

1) Taraf Perlakuan

Kegiatan pada taraf perlakuan adalah menentukan dan mengontrol variabel. Pada kelompok eksperimen diberikan perlakuan, sedangkan pada kelompok kontrol tidak.

Misalnya, sesuatu yang akan dicobakan, yaitu pupuk disebut sebagai *variabel bebas*, kemudian diberikan taraf perlakuannya, yaitu dengan memberikan pupuk dengan dosis yang berbeda-beda. Antara dosis pertama dengan dosis berikutnya sebaiknya meningkat secara tetap. Misalnya, perlakuan pertama dosisnya 1, perlakuan kedua dosisnya 2, perlakuan ketiga dosisnya 3, dan seterusnya. Setiap tingkatan dosisnya naik 1 kali.

2) Pengendalian Faktor Lain

Jika dalam suatu eksperimen akan dibuktikan pengaruh pupuk, maka pengaruh faktor lain harus dikendalikan, yaitu dengan cara memberikan faktor (variabel) pada semua kelompok perlakuan yang sama. Misalnya, pemberian air, besarnya pot, banyak tanah, jenis cabai, cahaya matahari, frekuensi pemupukan semuanya harus diperlakukan sama. Variabel ini dinamakan *variabel tak bebas* atau *variabel terkendali.*

3) Pengulangan

Sebaiknya dalam melaksanakan perlakuan eksperimen tidak hanya terhadap satu individu atau satu kelompok saja sebab sangat riskan karena data yang diperoleh bisa mengalami kesalahan yang tidak disengaja. Selain itu, satu individu/satu kelompok saja tidak bisa mewakili seluruh populasi.

Misalnya, jumlah setiap perlakuan ada 3 individu, berarti dalam eksperimen tersebut ada 6 perlakuan akan diulang sebanyak 3 kali sehingga untuk semua perlakuan terdapat 18 individu. Jadi, besarnya sampel (jumlah individu/kelompok yang diberi perlakuan) seluruhnya adalah 18 individu. Semakin banyak ulangannya, berarti sampel juga semakin besar, sehingga hasilnya semakin sahih/mendekati kebenaran. Seperti terlihat pada contoh pemberian pupuk pada tanaman cabai. Pada percobaan 3 tanaman cabai diberikan pupuk kompos dengan dosis yang berbeda-beda. Diperoleh hasil seperti Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Pertumbuhan Tanaman Cabai

Kadar Pupuk Kompos	Tinggi Tanaman ke- (dalam cm)			Rata-rata
	1	2	3	
0%	12	13	11	12
10%	25	24	23	24
20%	32	31	30	31
30%	41	43	42	42
40%	54	51	51	52
50%	63	61	62	62

4) Pengukuran

Agar diperoleh data yang kuantitatif dan akurat, sebaiknya dilakukan pengukuran. Misalnya, untuk mengukur tinggi tanaman cabai, panjang batang, dan lebar daunnya dengan menggunakan meteran/mistar.

3. Observasi dalam Eksperimen

Maksud observasi dalam eksperimen adalah mengamati dengan teliti perubahan atau gejala yang terjadi ketika melakukan percobaan dengan maksud mengumpulkan data yang lebih banyak.

Contoh:

Percobaan yang dilakukan pada contoh pengulangan tersebut di atas diketahui ternyata tanaman cabai mempunyai ketinggian yang berbeda-beda walaupun diberikan pupuk yang sama.

4. Menjawab Masalah

Dari masalah yang akan dijawab, melalui kegiatan eksperimen dicari dan ditemukan jawabannya berdasarkan analisis data yang diperoleh dalam eksperimen, kemudian didiskusikan. Hal ini bisa dilakukan dengan cara mencari rata-rata dari semua data yang diperoleh atau diubah ke dalam persen kemudian dibuat grafik. Hasil rata-rata itu kemudian ditafsirkan dan dijadikan pijakan untuk membuat kesimpulan.

5. Menguji Jawaban

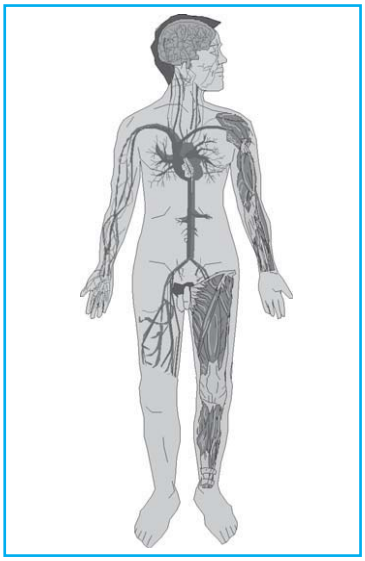
Tahap ini dilakukan untuk meyakinkan kebenaran suatu jawaban. Pengujian sekali lagi perlu dilakukan melalui percobaan seperti contoh di depan. Pengujian ini dilakukan dengan kondisi dan perlakuan yang sama seperti semula. Contoh dilakukan percobaan pemberian pupuk kompos terhadap pertumbuhan tinggi tanaman cabai dengan perlakuan pada sejumlah individu yang sama. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin banyak pemberian pupuk, semakin banyak memberikan hasil yang paling baik dari sampel yang dicobakan.

6. Menarik Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil dari eksperimen. Kemungkinan kesimpulan pertama, hipotesis ditolak jika dugaan sementara tidak sesuai dengan hasil eksperimen. Apabila hipotesis diterima, berarti dugaan sementara sesuai dengan hasil eksperimen. Manakah hasil eksperimen yang baik, jika hipotesis ditolak atau diterima? Semua hasil eksperimen dikatakan baik jika dilakukan dengan prosedur secara ilmiah, contoh dari hasil percobaan terhadap pemberian pupuk diketahui pemberian pupuk berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman cabai.

Setelah Anda mengetahui pemecahan masalah melalui metode biologi, bandingkan dengan langkah-langkah melalui metode ilmiah yang dilakukan ilmuwan terdahulu!

C RUANG LINGKUP BIOLOGI



Sumber: CD Clipart

Sampai di sini Anda sudah memahami arti biologi sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan dan metode yang digunakan dalam mempelajari biologi. Tahukah Anda, apa saja yang dipelajari dalam biologi? Seperti tampak pada Gambar 1.4, tentu Anda sudah mengetahui bahwa objek kajian biologi sangat banyak dan objek itu berkaitan dengan makhluk hidup, baik pada tingkat molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, ekosistem, sampai tingkat bioma.

Gambar 1.4 Tingkatan organisasi pada manusia: seluruh tubuh - sistem organ - organ - jaringan - dan sel

1. Objek Tingkat Molekul

Semua makhluk hidup, termasuk kita, manusia selalu membutuhkan air untuk kelangsungan hidup. Untuk mengingat kembali pelajaran kimia, atom apakah yang menyusun air? Tentu Anda sudah mengetahui bahwa air terdiri atas dua atom, yaitu dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Jika dua buah atom atau lebih bergabung melalui reaksi kimia, maka akan terbentuk partikel yang disebut *molekul*. Jadi, Anda sudah mengetahui bahwa air merupakan salah satu contoh molekul.

Tahukah Anda bahwa dalam tubuh makhluk hidup ada empat unsur yang mendominasinya, yaitu sekitar 99,35% dari jumlah atom, di antaranya adalah hidrogen, karbon, nitrogen, dan oksigen. Penyusun utama organisme adalah air dan senyawa-senyawa karbon. Sekitar 70% berat sel adalah air, dan apabila air dipisahkan dari sel, maka sekitar 95% berat kering sel adalah senyawa-senyawa karbon yang meliputi 4 jenis molekul organik besar dan sekitar 100 jenis molekul organik kecil, sisanya sebanyak 5% adalah senyawa-senyawa anorganik berupa garam-garam mineral.

Keempat jenis molekul organik besar sering dinamakan *makromolekul* yang terdiri atas protein, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat. Coba Anda ingat kembali pelajaran molekul di SMP/MTs!

a. Protein

Tubuh kita sangat memerlukan zat protein. Apa fungsi protein bagi tubuh? Protein bertindak sebagai material pembangun, yaitu pada otot, kulit, dan rambut serta bisa berfungsi sebagai pengangkut molekul kecil, misalnya hemoglobin yang mengangkut O_2. Fungsi paling penting dari protein adalah sebagai katalis seluruh reaksi dalam sel (enzim-enzim).

b. Karbohidrat

Karbohidrat sangat diperlukan dalam tubuh kita. Ibarat "bahan bakar" dalam sebuah kendaraan, itulah kegunaan dari karbohidrat, yaitu akan menghasilkan energi bagi tubuh kita. Contoh karbohidrat adalah glukosa, selulosa, amilum, dan glikogen.

c. Lipid

Lipid merupakan senyawa yang dapat diekstraksi dari makhluk hidup dengan pelarut organik. Lipid ini mencakup berbagai ragam senyawa, termasuk lemak. Apa fungsi lemak? Salah satu jenis lipid adalah fosfolipid yang merupakan membran sel. Ada juga jenis lipid yang merupakan hormon seperti steroid, ada pula jenis lipid yang berfungsi sebagai pigmen seperti karotenoid.

d. Asam Nukleat

Asam nukleat merupakan senyawa polimer untuk sintesis protein yang spesifik, yaitu menyimpan informasi genetika yang diwariskan dari generasi ke generasi berikutnya. Asam ini terdiri atas RNA dan DNA.

Keempat jenis makromolekul sudah dipelajari, tetapi sel organisme masih mengandung sekitar 100 jenis molekul organik yang kecil. Beberapa contohnya, antara lain ATP (*adenosin trifosfat*) yang berfungsi sebagai satuan penyimpan energi kimia, misalnya pembakaran glukosa yang disimpan dalam bentuk molekul ATP. Contoh lain adalah vitamin-vitamin. Ingatlah kembali tentang macam-macam vitamin beserta fungsinya!

Perhatikan Tabel 1.2 tentang kandungan molekul-molekul pada makhluk hidup berikut ini!

Tabel 1.2 Kandungan Molekul pada Makhluk Hidup

Kandungan Sel	Sel Hewan dan Manusia	Sel Tumbuh-Tumbuhan
Air	67%	75%
Protein	15%	2%
Lemak (lipid)	13%	1%
Karbohidrat	2%	20%
Zat-zat lain	3%	2%

Jika kita perhatikan, sel hewan dan manusia lebih banyak mengandung protein dan lemak, sedangkan sel tumbuh-tumbuhan mengandung lebih banyak karbohidrat. Cobalah pikirkan mengapa bisa demikian!

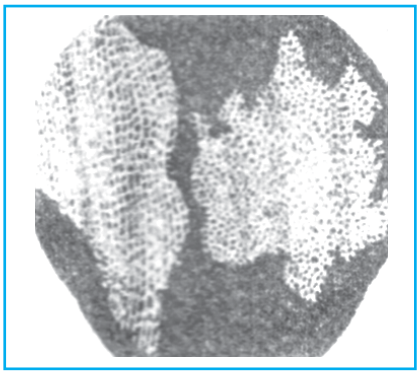
Dengan mempelajari biologi pada tingkat molekul, kita dapat mengkaji lebih mendalam tentang kehidupan ini. Pengkajian biologi tingkat molekul telah banyak menghasilkan pengetahuan yang bermanfaat, contohnya pengetahuan tentang gen yang telah mengungkap beberapa misteri penyakit sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahannya.

2. Objek Tingkat Sel

Coba perhatikan diri Anda sendiri! Bagian-bagian apakah yang menyusun anggota tubuh Anda? Pada bagian kepala terdapat mata, hidung, telinga, mulut, dan lain-lain. Pada bagian mulut terdapat gigi dan lidah. Pada bagian dalam tubuh kita terdapat organ-organ yang tak terlihat, seperti jantung, hati, lambung, dan lain-lain. Jika kita teliti lebih lanjut, maka bagian-bagian tubuh itu terdiri atas bagian-bagian paling kecil yang disebut dengan *sel*.

Sel pertama kali ditemukan oleh **Robert Hooke** (1635-1703). Ia menemukan bentuk-bentuk mikroskopis dalam gabus pada kulit pohon *Quercus suber* yang terlihat barisan-barisan gabus seperti sarang lebah yang disebutnya 'sel'.

Sel merupakan satuan struktur organisme hidup atau sel merupakan satuan fungsi dalam organisme hidup. Semua sel ini berasal dari sel yang telah ada. Di antara sel-sel terdapat banyak perbedaan dalam ukuran, bentuk, dan struktur dalam.



Sumber: Mikrobiologi 1, 2006

Gambar 1.5 Bentuk sel gabus oleh Robert Hooke

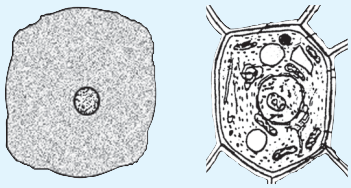
Pengkajian tentang sel hingga saat ini telah mencapai kemajuan yang sangat pesat sehingga dipelajari tersendiri dalam cabang ilmu *sitologi*, yang meliputi morfologi dan jenis-jenis sel, berbagai macam organel penyusun sel, misalnya nukleus, mitokondria, retikulum endoplasma, ribosom, dan membran sel. Demikian juga dalam ilmu ini juga dipelajari tentang fungsi berbagai macam sel, metabolisme dalam sel, transportasi zat ke dalam dan keluar sel, maupun cara sel bereproduksi atau membelah diri.

Materi tentang sel akan Anda pelajari lebih mendalam lagi di kelas XI program IPA. Perhatikan contoh sel pada Gambar 1.5!

Untuk menambah pemahaman tentang sel, lakukan Tugas Kelompok ini!

TUGAS KELOMPOK

1. Perhatikan sel hewan dan sel tumbuhan pada gambar di bawah ini!



Sumber: Ilustrasi Rafael

2. Diskusikan bersama kelompok untuk mengamati letak perbedaan dari kedua sel tersebut, misalnya amati dinding sel, plastida, vakuola, membran sel, dan sentriol!

 Carilah literatur lain yang mendukung!

3. Kesimpulan apakah yang kelompok Anda peroleh dari pengamatan ini?
4. Presentasikan hasil pengamatan Anda di depan kelas!
5. Konsultasikan hasil yang Anda peroleh dengan guru pengampu!

3. Objek Tingkat Jaringan

Anda telah memahami tentang sel yang merupakan satuan terkecil dari makhluk hidup. Sel-sel yang mempunyai bentuk dan fungsi sama akan membentuk suatu jaringan. Jaringan ini akan dipelajari tersendiri dalam cabang ilmu *histologi*. Kajian yang dipelajari meliputi berbagai macam jaringan, misalnya jaringan ikat, jaringan epitel, dan jaringan penyokong. Dipelajari pula mengenai fungsi berbagai macam jaringan tersebut, pembentukan dan perkembangan jaringan dari kultur jaringan, serta kelainan pada jaringan.

Bagaimana dengan jaringan pada tumbuhan dan jaringan hewan?

a. Jaringan Tumbuhan

Coba ingatlah kembali pelajaran IPA tentang jaringan pada makhluk hidup yang Anda pelajari di SMP/MTs. Jaringan pada tumbuhan terdiri atas jaringan epidermis, jaringan perenkim, jaringan penunjang, dan jaringan pembuluh. Agar pemahaman Anda tentang jaringan lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 2 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengamati berbagai macam jaringan tumbuhan

Alat dan Bahan :

1. Akar, batang, dan daun muda tumbuhan
2. Mikroskop
3. Pisau silet
4. Kaca objek dan penutupnya

Cara Kerja :

1. Sayatlah akar, batang, dan daun muda tanaman, baik secara melintang atau membujur.
2. Letakkan pada kaca objek, lalu tutuplah dengan kaca penutup.
3. Amatilah masing-masing preparat tersebut di bawah mikroskop.
4. Selanjutnya gambarlah hasil pengamatan Anda pada buku tugas.

Pertanyaan.

1. Berdasarkan hasil pengamatan itu, sebutkan macam-macam jaringannya!
2. Apa yang dimaksud dengan jaringan berdasarkan temuan Anda tersebut?
3. Bagaimana hubungan jaringan satu dengan lainnya?
4. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari hasil kegiatan ini?
5. Konsultasikan pada guru Anda tentang kesimpulan yang Anda peroleh tersebut!

b. Jaringan Hewan

Jaringan pada hewan hampir sama dengan jaringan pada manusia. Jaringan pada hewan meliputi jaringan otot, jaringan epitel, jaringan darah, jaringan tulang, jaringan ikat, dan sebagainya.

4. Objek Tingkat Organ

Sekelompok jaringan yang mempunyai fungsi (pekerjaan) tertentu akan membentuk suatu organ. Cabang biologi yang mempelajari organ disebut dengan *organologi*. Organ apa saja yang terdapat di dalam tubuh Anda? Organ yang ada di dalam tubuh kita, antara lain mata, jantung, telinga, ginjal, paru-paru, lambung, dan lain-lain. Kajian biologi pada tingkat organ meliputi asal usul organ, perkembangannya, fungsi berbagai macam organ, komponen penyusun organ, kelainan pada organ, serta tranplantasi organ.



Sumber: Jendela Iptek, 2000

Gambar 1.6 Contoh organ, organ lambung

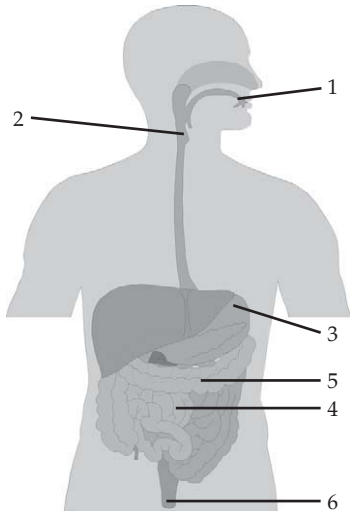
Bagaimana dengan organ pada tumbuhan dan hewan? Diskusikan bersama teman-teman Anda!

5. Objek Tingkat Sistem Organ

Masih ingatkah Anda pelajaran mengenai sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem peredaran darah, sistem gerak, sistem reproduksi, dan sistem transportasi yang Anda pelajari di SMP? Masing-masing sistem itu terbentuk oleh beberapa organ.

Misalnya, sistem pencernaan terdiri atas organ-organ pencernaan, yaitu mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus. Jadi, sistem organ adalah kumpulan organ yang saling berhubungan, bekerja sama, dan berinteraksi membentuk suatu sistem untuk menangani pekerjaan tertentu. Kajian yang akan dipelajari meliputi fungsi dari berbagai sistem dalam mendukung kehidupan, penyusun sistem, cara kerja sistem, serta kelainan atau gangguan yang terjadi pada sistem tersebut.

Agar pemahaman tentang sistem organ Anda lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 3 berikut!



1. mulut
2. kerongkongan
3. lambung
4. usus halus
5. usus besar
6. anus

Sumber: CD Clipart

Gambar 1.7 Contoh sistem organ: sistem pencernaan

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Mengamati sistem pernapasan manusia

Alat dan Bahan :

Model sistem pernapasan

Cara Kerja :

1. Amatilah model sistem pernapasan yang tersedia.
2. Gambarlah hasil pengamatan itu!

Pertanyaan :

1. Sebutkan organ-organ yang menyusun sistem pernapasan!
2. Sistem organ apa sajakah yang menyusun tubuh manusia?
3. Bagaimana hubungan antara sistem organ satu dengan lainnya?
4. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini? Mintalah saran dan pendapat dari guru Anda!

Anda sudah mengetahui sistem organ manusia, bagaimana dengan sistem organ pada tumbuhan? Sistem organ tumbuhan pada umumnya terdiri atas:

a. sistem pengangkutan yang meliputi pembuluh kayu dan pembuluh tapis;
b. sistem pernapasan, terdiri atas stomata (mulut daun) dan pembuluh pengangkut;
a. sistem reproduksi (perkembangbiakan), terdiri atas putik dan benang sari pada bunga.

Untuk mengamati sistem pengangkutan tumbuhan, lakukan Kegiatan Kelompok 4 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengamati sistem pengangkutan pada tumbuhan

Alat dan Bahan :

1. Akar, batang, dan daun tanaman
2. Kaca objek dan kaca penutupnya
3. Pisau silet
4. Mikroskop

Cara Kerja :

1. Sayatlah akar, batang, dan daun setipis mungkin, baik secara melintang maupun membujur.
2. Letakkan pada kaca objek, lalu tutuplah dengan kaca penutup.
3. Amatilah masing-masing preparat di bawah mikroskop.
4. Gambarlah hasil pengamatan itu pada buku tugas Anda.

Pertanyaan:

1. Melalui organ apa sajakah sistem pengangkutan yang terjadi pada tumbuhan?
2. Bagaimanakah proses pengangkutan air dari akar sampai ke daun?

6. Objek Tingkat Individu

Setiap manusia melakukan proses hidup dalam tubuhnya. Proses hidup ini berjalan terpisah dan berbeda dalam tiap-tiap tubuh manusia. Jadi, kita masing-masing merupakan individu. Bagaimana dengan tiap-tiap ekor sapi, tiap-tiap ikan, tiap-tiap batang pohon karet, dan sebagainya? Dapatkah Anda membedakan antara individu satu dengan yang lain?

Kadang-kadang organisme yang sama berkelompok menjadi satu sehingga secara keseluruhan terlihat sebagai satu individu, tetapi tidak demikian jika diselidiki lebih lanjut. Untuk itu, perlu dipelajari lebih lanjut tentang kajian biologi yang meliputi jenis-jenis organisme, kedudukan secara taksonomis, cara memperoleh makanan, cara bereproduksi, cara bergerak, cara mempertahankan diri, dan cara beradaptasi terhadap lingkungannya.

7. Objek Tingkat Populasi

Anda sudah memahami pengertian 'individu'. Sekelompok individu sejenis yang tinggal di suatu tempat pada waktu tertentu disebut *'populasi'*. Contoh populasi, yaitu sepuluh tanaman bunga mawar di kebun bunga; sepasang merpati atau kupu-kupu di taman bunga. Coba Anda sebutkan contoh populasi yang lain!

Objek kajian biologi pada tingkat populasi ini meliputi perkembangan populasi, angka atau jumlah kelahiran/kematian, perpindahan atau migrasi, kompetisi atau persaingan antaranggota populasi dalam memperebutkan pasangan, makanan, atau tempat. Untuk memahami lebih jauh tentang individu dan populasi, kerjakan Tugas Individu berikut!

TUGAS INDIVIDU

Tujuan : Membedakan antara individu dan populasi

Amatilah gambar berikut!



Satu bunga matahari



Sekelompok rusa



Seekor lebah madu



Sepasang ular



Dua ekor angsa di kolam



Seekor burung elang

Sumber: CD Clipart

Cara Kerja :

1. Dari gambar tersebut identifikasilah, manakah yang termasuk individu dan manakah yang termasuk populasi?
2. Dari hasil pengamatan itu, jelaskan yang dimaksud dengan individu! Berilah tiga contoh individu yang lain!
3. Apa yang dimaksud dengan populasi? Berilah tiga contoh lainnya!
4. Jika ada ayam yang bertelur kemudian telur itu menetas, termasuk individu atau populasikah hal itu?

Kerjakan tugas ini pada buku tugas Anda, lalu konsultasikan hasilnya pada guru biologi Anda!

8. Objek Tingkat Ekosistem

Cobalah Anda amati tempat-tempat yang ada di sekitar rumah atau tempat tinggal Anda, seperti sawah, sungai, ladang, kebun, halaman sekolah atau rumah, kolam, akuarium! Benda-benda apa saja yang ada di tempat tersebut? Anda tentu sudah mengetahui bahwa di tempat-tempat itu ada benda mati (*abiotik*) seperti tanah, air, udara, batu/kerikil, cahaya matahari, bahkan ada kotoran hewan. Selain itu, ada pula benda hidup (*biotik*) seperti bermacam-macam jenis tumbuhan serta bermacam-macam jenis hewan. Pada tempat tersebut kedua macam komponen akan membentuk hubungan saling ketergantungan (interaksi) yang menjadi unsur-unsur suatu ekosistem.

Kajian biologi pada tingkat ekosistem meliputi berbagai jenis ekosistem, komponen biotik dan abiotik penyusun ekosistem, fungsi masing-masing komponen dalam ekosistem, hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya, aliran energi, rantai makanan, serta jaring-jaring makanan.

9. Objek Tingkat Bioma

Apakah perbedaan antara kolam, sungai, dengan gurun, tundra, taiga, padang rumput atau hutan hujan tropis? Jika Anda berpikir bahwa gurun, tundra, memiliki wilayah yang jauh lebih luas daripada kolam, sungai, dan seterusnya (contoh dari ekosistem lihat di depan), inilah yang disebut dengan *bioma*.



Sumber: www.rumet.com

Gambar 1.8 Contoh bioma savana

Selain memiliki wilayah yang jauh lebih luas, bioma juga memiliki ciri khas, yaitu dipengaruhi adanya iklim tertentu. Objek kajian biologi pada tingkat bioma meliputi berbagai macam bioma yang ada di dunia dan dipengaruhi oleh iklim, misalnya curah hujan, kelembapan, suhu, dan angin.

D PERANAN BIOLOGI DALAM KEHIDUPAN

Dengan mempelajari ilmu biologi, diharapkan Anda dapat memanfaatkan pengetahuan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Peranan biologi dalam kehidupan, yaitu membentuk manusia agar sadar terhadap hidup dan kehidupan dalam lingkungannya.

Telah Anda pelajari bahwa objek kajian biologi mengenai makhluk hidup sangat luas, mulai dari tingkat molekul sampai tingkat bioma sehingga diharapkan memiliki pemahaman yang lebih mendalam mengenai diri sendiri untuk meningkatkan kualitas hidup, memiliki pengetahuan untuk memanfaatkan sumber daya alam hayati lalu mengolahnya bagi pemenuhan kebutuhan manusia secara optimal, dan berupaya melakukan pelestarian sumber daya alam hayati itu agar tidak punah.

Sejalan dengan kemajuan biologi serta teknologi yang berkembang pesat seperti sekarang, maka berbagai kebutuhan manusia lebih bisa dipenuhi, misalnya dengan teknologi rekayasa genetika dapat dibuat berbagai jenis organisme dengan sifat-sifat unggul, seperti ditemukannya bibit-bibit unggul, baik pada tanaman maupun hewan yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Dengan kemajuan bioteknologi, dapat ditemukan pula sumber makanan baru. Selain itu, dengan pengetahuan biologi, para ilmuwan dapat menemukan penyebab penyakit, penyebarannya, serta cara penularannya sehingga dapat ditemukan pula cara yang mudah untuk menanggulangi atau memberantas penyakit tersebut.

RANGKUMAN

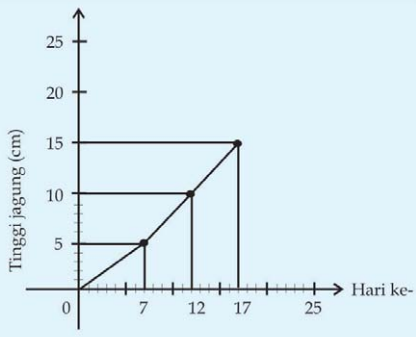
1. Manusia adalah ciptaan Tuhan yang paling sempurna karena diberi akal budi. Dengan akal budi manusia memiliki sifat ingin tahu sehingga mampu menciptakan suatu ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas hidupnya.
2. Ilmu pengetahuan, termasuk biologi merupakan kumpulan konsep, prinsip, hukum, dan teori yang dibentuk melalui serangkaian kegiatan ilmiah dengan ciri-ciri: memiliki objek kajian, memiliki metode, bersifat sistematis, bersifat universal, bersifat objektif, bersifat analitis, dan bersifat verifikatif.
3. Dalam penelitian ilmiah dibutuhkan langkah-langkah metode ilmiah yang sering digunakan ilmuwan sehingga berhasil menemukan suatu ilmu. Metode-metode itu adalah: menemukan dan merumuskan masalah, merumuskan hipotesis (menyusun dugaan sementara), merancang eksperimen untuk menguji hipotesis, melakukan percobaan, mengadakan observasi atau pengumpulan data, menarik kesimpulan, menguji kesimpulan dengan eksperimen lain, merumuskan hukum, konsep, atau prinsip.
4. Kegiatan mempelajari biologi, sebaiknya dengan melakukan pendekatan proses untuk mendapatkan fakta atau konsep sendiri seperti yang dilakukan ilmuwan terdahulu dalam menemukan ilmu pengetahuan, yaitu dengan mengobservasi, menggolongkan, menafsirkan, memperkirakan, mengajukan pertanyaan, dan mengidentifikasi variabel.
5. Apabila kita belajar dengan cara melakukan pendekatan proses, maka langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimen yang merupakan kegiatan melalui tata cara tertentu yang biasa dilakukan oleh ilmuwan, dengan tujuan untuk memecahkan masalah atau menemukan jawaban terhadap suatu masalah.
6. Beberapa indikator yang dipakai untuk memecahkan masalah adalah sebagai berikut.
 a. Merumuskan masalah
 b. Menguji hipotesis
 c. Observasi dalam eksperimen
 d. Menjawab masalah
 e. Menguji jawaban
 f. Menarik kesimpulan

7. Objek kajian biologi sangat banyak dan objek itu berkaitan dengan makhluk hidup. Objek itu dipelajari, baik pada tingkat molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, ekosistem, sampai tingkat bioma.
8. Dengan mempelajari ilmu biologi, diharapkan kita memiliki pemahaman yang lebih mendalam mengenai diri kita sendiri untuk meningkatkan kualitas hidup, memiliki pengetahuan untuk memanfaatkan sumber daya alam hayati, dan berupaya melakukan pelestarian sumber daya alam hayati itu agar tidak punah, tetapi mengolahnya bagi pemenuhan kebutuhan manusia secara optimal.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Ilmu pengetahuan merupakan kumpulan, prinsip, hukum, dan teori yang dibentuk melalui serangkaian kegiatan ilmiah. Suatu pengetahuan disebut ilmu bila memiliki ciri-ciri berikut, *kecuali*
 a. memiliki objek kajian
 b. subjektif
 c. objektif
 d. universal
 e. sistematis
2. Cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang penggolongan makhluk hidup, yaitu
 a. taksonomi
 b. teratologi
 c. filogeni
 d. histologi
 e. anatomi
3. Perhatikan grafik di samping! Pertumbuhan tanaman jagung pada hari ke-7 tingginya 5 cm, pada hari ke-12 tingginya 10 cm, dan hari ke-17 tingginya 15 cm. Perkiraan pertumbuhan jagung pada hari ke-22 adalah
 a. 16 cm
 b. 18 cm
 c. 19 cm
 d. 20 cm
 e. 22 cm



4. Pengertian ilmu biologi adalah
 a. ilmu yang mempelajari semua makhluk di masa silam dan kini
 b. ilmu yang mempelajari semua makhluk hidup yang ada sekarang ini
 c. ilmu yang mempelajari hubungan antara produsen dan konsumen
 d. ilmu yang mempelajari adanya jaring-jaring hidup
 e. ilmu yang mempelajari tentang keseimbangan alam
5. Cara untuk membuat hipotesis yang baik adalah
 a. perlu memahami metode-metode ilmiah
 b. perlu mengumpulkan fakta melalui pengamatan
 c. perlu mengumpulkan data dengan cermat
 d. perlu memahami masalah dan mempunyai penalaran yang baik
 e. perlu melakukan percobaan atau eksperimen
6. Kegiatan observasi meliputi hal-hal berikut, *kecuali*
 a. memikirkan
 b. membau
 c. mengecap
 d. melihat
 e. meraba
7. Kejadian berikut ini yang *bukan* merupakan objek kajian biologi adalah
 a. pembuatan tempe
 b. pengamatan air kolam dengan mikroskop dan menemukan ada berbagai benda kecil yang bergerak aktif
 c. bangkai tikus berbau busuk setelah beberapa hari
 d. kandungan mineral akan batuan
 e. bintil akar pada tanaman polong-polongan
8. Perhatikan tabel hasil panen tanaman jagung berikut!

Hasil Panen Jagung (kg)		
Petak I (diberi pupuk kandang)	**Petak II (Diberi pupuk NPK)**	**Petak III (Tidak diberi pupuk)**
42,5	45,7	34,4

 Menurut hasil/tabel tersebut, kesimpulan yang tidak sesuai adalah
 a. untuk meningkatkan hasil panen diperlukan pemupukan
 b. penggunaan pupuk NPK memberikan hasil panen yang lebih banyak daripada pupuk kandang
 c. penggunaan pupuk kandang hasil panen lebih baik daripada tanpa pemupukan
 d. pemberian pupuk dan tidak diberi pupuk hasil panennya sama
 e. pemberian pupuk NPK memberikan hasil panen yang lebih banyak daripada tidak diberi pupuk

9. Teori-teori yang diajukan dalam ilmu pengetahuan diberlakukan
 a. selama teori itu berlangsung
 b. sepanjang masa
 c. selama penemunya disegani
 d. selama belum ada bukti baru yang menolak
 e. berlaku di suatu tempat tertentu
10. Berikut ini sikap ilmiah yang harus dimiliki ilmuwan, *kecuali*
 a. melakukan penelitian untuk kepentingannya
 b. jujur
 c. bertanggung jawab
 d. disiplin
 e. tekun

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Apakah yang dimaksud dengan ilmu dan syarat apa saja yang harus dipenuhi oleh suatu ilmu?
2. Apakah biologi sudah memenuhi syarat sebagai suatu ilmu?
3. Apakah tujuan dilakukannya suatu pengamatan?
4. Mengapa ilmu harus bersifat sistematis?
5. Sebutkan urutan organisasi kehidupan mulai dari urutan terendah sampai tertinggi!
6. Apakah perbedaan antara organ dan sistem organ?
7. Apa manfaat mengkaji biologi pada tingkat molekul?
8. Apakah yang dimaksud dengan kebenaran ilmiah?
9. Jelaskan kedudukan ilmu biologi dengan pengetahuan alam lainnya!
10. Mempelajari biologi untuk mendapatkan fakta dilakukan dengan pendekatan proses. Apakah yang dimaksud dengan "pendekatan proses"?

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di sebuah sungai terlihat populasi ikan sangat berkembang pesat. Di kemudian hari beberapa masyarakat mencuci pakaian menggunakan sabun di sungai tersebut setiap hari. Setelah beberapa lama, di antara ikan-ikan itu banyak yang mati. Mengapa ikan-ikan tersebut banyak yang mati? Coba Anda pecahkan masalah tersebut dengan menggunakan metode ilmiah!
2. Sekarang ini banyak orang yang menderita penyakit kanker. Umumnya orang takut terkena penyakit ini karena belum ditemukan obatnya dan sangat mematikan

 Dari permasalahan di atas coba, jawablah pertanyaan berikut!
 a. Mengapa orang sangat takut terhadap penyakit kanker?
 b. Apa yang menyebabkan penyembuhan kanker membutuhkan biaya yang besar?
 c. Bagaimana cara menghindari penyakit tersebut?
3. Suatu hari hujan turun sangat deras sehingga menyebabkan air dalam saluran air meluap dan air tersebut masuk dalam rumah.
 a. Mengapa air tersebut dapat masuk dalam rumah?
 b. Menurut pendapat Anda, apa akibatnya bila masalah tersebut tidak segera diatasi?
 c. Coba Anda buat analisis secara ilmiah untuk menjawab kedua pertanyaan tersebut!

BAB 2 KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang klasifikasi makhluk hidup. Dengan mempelajari materi ini diharapkan Anda dapat mengelompokkan makhluk hidup sehingga lebih mudah mempelajari makhluk hidup yang beraneka ragam. Selain itu, diharapkan pula Anda dapat mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup serta mengetahui lebih mendalam masing-masing jenis makhluk hidup.

Coba Anda perhatikan Gambar 2.1! Gambar tersebut memperlihatkan bahwa makhluk hidup yang ada di bumi ini sangat beraneka ragam. Banyak sekali jenis hewan maupun tumbuhan yang ada di sekitar kita. Kenyataan ini mewujudkan betapa besar ciptaan Tuhan sehingga kita wajib mensyukurinya.



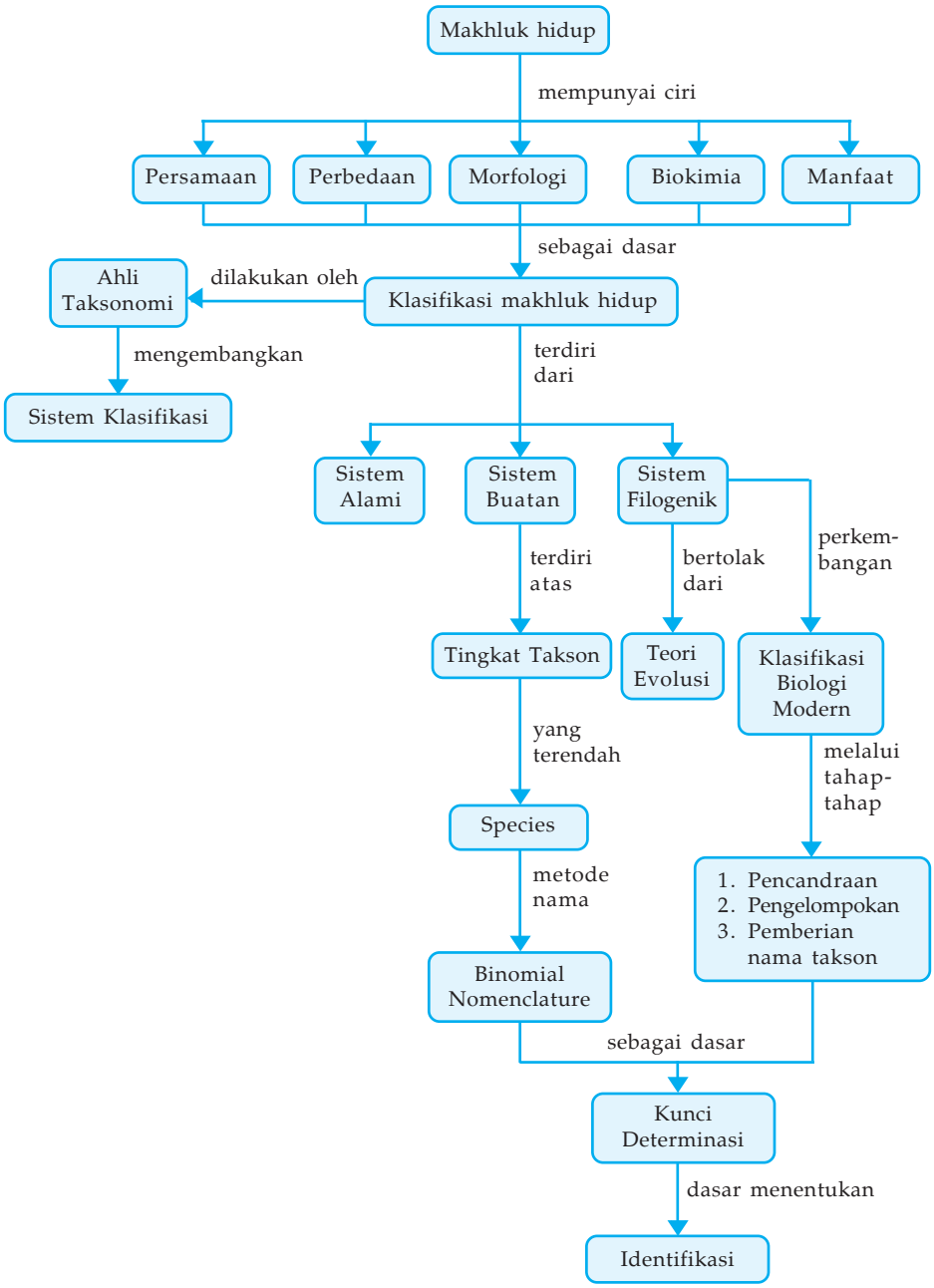
Sumber: Ilustrasi Rafael

Gambar 2.1 Sekelompok hewan

Kata Kunci

- taksonomi
- morfologi
- anatomi
- biokimia
- takson
- determinasi
- fisiologi
- binomial nomenclature
- filogenik
- pencandraan
- identifikasi

PETA KONSEP


Makhluk hidup
mempunyai ciri
Persamaan
Perbedaan
Morfologi
Biokimia
Manfaat
sebagai dasar
Ahli Taksonomi
dilakukan oleh
Klasifikasi makhluk hidup
mengembangkan
terdiri dari
Sistem Klasifikasi
Sistem Alami
Sistem Buatan
Sistem Filogenik
terdiri atas
bertolak dari
perkem-bangan
Tingkat Takson
Teori Evolusi
Klasifikasi Biologi Modern
yang terendah
melalui tahap-tahap
Species
metode nama
1. Pencandraan
2. Pengelompokan
3. Pemberian nama takson
Binomial Nomenclature
sebagai dasar
Kunci Determinasi
dasar menentukan
Identifikasi

A KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP

Tahukah Anda bahwa jumlah makhluk hidup yang ada di bumi ini diperkirakan sekitar 100 juta jenis, bahkan lebih. Jika makhluk hidup ditambah dengan makhluk yang sudah menjadi fosil, maka ada sekitar 500 juta jenis. Jenis makhluk hidup yang sangat banyak memiliki keanekaragaman yang hampir tidak terbatas. Hal itu dapat dilihat dari bentuk tubuh, warna tubuh, ukuran tubuh, makanan, cara berkembang biak, cara beradaptasi, tingkah laku, penampilan, habitat, dan sebagainya.

Bagaimana cara kita mempelajari banyaknya keanekaragaman makhluk hidup di dunia ini? Untuk mempermudah dalam mempelajari dan mengenal berjuta-juta jenis makhluk hidup, para ilmuwan menerapkan sistem tertentu, yaitu dengan menggunakan klasifikasi makhluk hidup.

Andaikan suatu hari Anda menemukan "suatu makhluk hidup", bagaimana cara Anda menggolongkan makhluk hidup itu? Termasuk jenis tumbuhan ataukah jenis hewan? Bagaimana cara Anda melakukannya? Jika makhluk hidup tersebut Anda golongkan sebagai hewan, maka langkah pertama yang dapat Anda lakukan adalah dengan mengetahui ciri-ciri yang dapat dilihat dan diamati terlebih dahulu, misalnya tingkah laku, penampilan, makanan, cara berkembang biak, dan lain-lain. Adapun jika makhluk hidup itu Anda golongkan sebagai tumbuhan, coba ingat-ingat kembali mengenai ciri-ciri dari dunia tumbuhan seperti tempat tumbuh, batang, bentuk daun, dan bagian-bagian lainnya. Selain itu, untuk membedakan antara golongan tumbuhan dan hewan dapat diamati dari geraknya, hewan dapat bergerak bebas (pindah tempat) sedangkan tumbuhan hanya bergerak di tempat. Untuk itulah perlu adanya klasifikasi makhluk hidup.

Setelah mengetahui ciri-ciri dari makhluk hidup, tentu Anda sudah mengetahui bahwa klasifikasi merupakan suatu cara pengelompokan yang didasarkan pada ciri-ciri tertentu, seperti contoh di atas. Para ilmuwan mengklasifikasikan makhluk hidup berdasarkan banyaknya persamaan dan perbedaan, baik morfologi, fisiologi, maupun anatominya. Makin banyak persamaan, dikatakan makin dekat tali kekerabatannya.

Perlu Diketahui

Biji berumur 200 tahun sukses dikecambahkan, yaitu spesies *Liparia vilosa* dan dari jenis Protea, akasia. Itulah pentingnya klasifikasi, yaitu dapat memberikan nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Dengan berkembangnya pengetahuan dan teknologi, makin maju pula para ilmuwan dalam mengelompokkan makhluk hidup dan makin teliti serta terinci mengamati perbedaan-perbedaan yang dapat diungkap. Dalam menggolongkan makhluk hidup, maka kita tidak berhenti hanya sampai pernyataan bahwa sesuatu tergolong tumbuhan atau hewan.

B TUJUAN, MANFAAT, DAN DASAR-DASAR KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Klasifikasi makhluk hidup pada mulanya dibedakan atas dua kelompok, yaitu makhluk hidup yang bermanfaat dan tidak bermanfaat. Selanjutnya, pengklasifikasian itu berkembang dengan cara lain seperti berdasarkan tempat hidupnya, misalnya hewan darat dan hewan air, tumbuhan darat dan tumbuhan air, berdasarkan ukuran besar kecilnya, misalnya tumbuhan rumput-rumputan, tumbuhan pepohonan, tumbuhan perdu dan berdasarkan kegunaannya, misalnya tumbuhan pangan, tumbuhan obat-obatan, dan lain-lain.

1. Tujuan dan Manfaat Klasifikasi Makhluk Hidup

Sampai saat ini, jumlah makhluk hidup semakin banyak dan beraneka ragam, baik dalam hal ukuran, bentuk, struktur tubuh, maupun cara hidupnya. Karena begitu kompleksnya, tak mungkin klasifikasi mahluk hidup tersebut hanya menggunakan cara-cara sederhana seperti telah dijelaskan di depan. Sistem klasifikasi makhluk hidup terus berkembang seperti perkembangan ilmu-ilmu lain. Oleh karena itu, sistem klasifikasi makhluk hidup dipelajari tersendiri dalam cabang ilmu biologi, yaitu *taksonomi* yang khusus membahas sistem pengelompokan makhluk hidup.

Seperti kita ketahui bersama bahwa klasifikasi merupakan suatu cara pengelompokan makhluk hidup yang didasarkan pada ciri-ciri tertentu. Sebenarnya, apa tujuan dari sistem klasifikasi itu? Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup adalah:

a. mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimiliki;
b. mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain;
c. mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup;
d. memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Berdasarkan tujuan tersebut, sistem klasifikasi makhluk hidup memiliki manfaat seperti berikut.

a. Memudahkan kita dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam. Jika ingin mengamati jantung dari anggota Aves, apakah Anda akan membuka seluruh jantung semua jenis burung/Aves? Tentu tidak mungkin. Bayangkan, betapa repotnya bila kita harus melakukan hal itu. Untuk itu, Anda cukup hanya mengamati jantung dari salah satu anggota Aves, misalnya burung dara.

b. Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup satu dengan yang lain. Apabila Anda mengamati hewan kelelawar, elang, dan marmot, apakah kelelawar termasuk golongan Mamalia sama seperti marmot? Jika kita amati dengan saksama, maka kelelawar memiliki kesamaan dengan marmot, yaitu termasuk hewan menyusui (Mamalia), kesamaan lainnya adalah bereproduksi dengan beranak. Walaupun kelelawar dan elang memiliki sayap untuk bisa terbang di udara, tetapi elang mempunyai perbedaan, yaitu tidak menyusui, melainkan bertelur, sehingga elang termasuk kelompok Aves (burung).

Agar pemahaman Anda tentang klasifikasi makhluk hidup lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Melakukan klasifikasi makhluk hidup sederhana

Alat dan Bahan :

Data tanaman dan hewan seperti berikut:

- Jagung
- Padi
- Melati
- Kunyit
- Salam
- Kentang
- Wortel
- Lengkuas
- Sapi
- Kerbau
- Udang
- Kepiting
- Kapas
- Ulat sutera
- Gajah
- Harimau
- Ular
- Ayam

Cara Kerja:

1. Kelompokkan data-data tanaman dan hewan tersebut berdasarkan manfaatnya bersama kelompok Anda.
2. Masukkan hasil pengelompokan Anda dalam tabel seperti di bawah ini! Salinlah di buku tugas Anda!

Kelompok	Untuk Pangan	Untuk Sandang	Untuk Obat-Obatan	Untuk Hiasan/ Kebutuhan Lainnya
Tanaman				
	dst			
Hewan				
	dst			

3. Setelah Anda berhasil mengisi tabel tersebut, presentasikan hasil pengisian tabel di depan kelas.

2. Dasar-Dasar Klasifikasi Makhluk Hidup

Anda sudah mengetahui bahwa klasifikasi merupakan cara yang baik untuk mempermudah dan menyederhanakan objek studi tentang makhluk hidup. Selain itu, mempelajari klasifikasi dalam biologi sangat penting dalam memahami keanekaragaman makhluk hidup yang sangat kompleks di dunia ini. Masing-masing makhluk hidup memiliki ciri-ciri yang membedakan dengan makhluk hidup lain, tetapi ada beberapa makhluk hidup yang memiliki satu atau lebih persamaan. Bagaimana cara mengelompokkan makhluk hidup itu dan dengan dasar apakah pengelompokan tersebut dilakukan? Marilah kita coba bandingkan antara ayam dan elang. Persamaan dan perbedaan apakah yang dapat kita lihat dari kedua hewan itu? Perhatikan pada Tabel 2.1 berikut!

Tabel 2.1 Contoh Persamaan dan Perbedaan Ciri-Ciri Hewan

Ciri-Ciri	Ayam	Elang
Persamaan		
1. Berbulu	Ada	Ada
2. Mempunyai sayap	Ada	Ada
3. Jumlah kaki	Dua	Dua
4. Mempunyai paruh	Ada	Ada
5. Berkembang biak	Bertelur	Bertelur
Perbedaan		
1. Jenis makanan	Biji-bijian	Daging

Berdasarkan pengamatan tersebut Anda akan melihat persamaan dan perbedaannya. Jadi, dasar untuk mengelompokkan makhluk hidup adalah sebagai berikut.

a. Berdasarkan Persamaan

Seperti yang kita lihat pada contoh di depan, yaitu antara ayam dan elang, berdasarkan ciri-ciri yang Anda lihat, termasuk golongan apakah ayam dan elang? Dengan mengamati ciri-cirinya, maka kita dapat memasukkan bahwa ayam dan elang adalah golongan hewan, yaitu jenis aves (burung) karena memiliki bulu, sayap, dan paruh.

b. Berdasarkan Perbedaan

Apabila Anda mengamati perbedaan ciri yang dimiliki ayam dan elang berdasarkan jenis makanannya, maka ayam termasuk *herbivora*, sedangkan elang termasuk golongan *karnivora*, yaitu pemakan daging.

c. Berdasarkan Ciri Morfologi dan Anatomi

Seperti yang Anda lihat dan amati seperti contoh di depan, maka untuk mengetahui persamaan dan perbedaan dari makhluk hidup pertama-tama yang dapat Anda lakukan adalah mengamati dari bentuk luar dari makhluk hidup tersebut, misalnya bentuk paruh dan jumlah sayap. Apabila Anda hendak menggolongkan beberapa tumbuhan, maka yang dapat Anda amati adalah bentuk pohon, bentuk daun, bentuk bunga, warna bunga, dan lain-lain. Ciri-ciri inilah yang dinamakan *ciri morfologi*. Apabila Anda mengamati dari ada tidaknya sel trakea, kambium, ada tidaknya berkas pengangkut, ada tidaknya sel kambium, ciri-ciri ini dinamakan *ciri anatomi*.

d. Berdasarkan Ciri Biokimia

Sejalan dengan masa perkembangannya, untuk menentukan klasifikasi makhluk hidup selain berdasarkan ciri-ciri yang telah disebutkan di atas, bisa pula menggunakan ciri-ciri biokimia, misalnya jenis-jenis enzim, jenis-jenis protein, dan jenis-jenis DNA. Hal tersebut dapat menentukan hubungan kekerabatan antara makhluk hidup satu dengan lainnya.

e. Berdasarkan Manfaat

Tujuan pengelompokan ini adalah untuk memudahkan kita memanfaatkan suatu makhluk hidup. Contohnya seperti yang Anda lakukan pada Kegiatan Kelompok 1.

Agar lebih jelas, cobalah lakukan pula Kegiatan Kelompok 2 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui cara mengklasifikasikan tumbuhan

Alat dan Bahan :

Alat : Lup/kaca

Bahan : Tumbuhan

1. Mawar
2. Melati
3. Jagung
4. Padi
5. Kacang tanah
6. Kunir
7. Jahe
8. Lengkuas
9. Paku suplir
10. Paku pakis

Cara Kerja :

1. Amatilah secara teliti ciri-ciri tumbuhan yang sudah disebutkan tersebut.

2. Setelah Anda amati, catatlah hasil pengamatan itu, kemudian masukkan dalam tabel seperti di bawah ini, berilah tanda (√) sesuai ciri yang dimiliki. Kerjakan pada buku tugas Anda!

No.	Ciri-Ciri yang Dimiliki	Tumbuhan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Bentuk tumbuhan a. Perdu b. Semak c. Rumput-rumputan d. Lembaran e. benang f. Pohon										
2.	Bagian-bagian tumbuhan a. Akar b. Batang c. Daun										
3.	Bunga a. Kelopak b. Mahkota c. Putik d. Benang sari										

Pertanyaan untuk didiskusikan

1. Dari semua tumbuhan yang Anda amati, apakah terdapat ciri-ciri yang sama?
2. Dari hasil pengamatan Anda, adakah tumbuhan yang diklasifikasikan dalam satu kelompok?
3. Kelompokkan semua jenis tumbuhan yang diamati sesuai dengan persamaan dan perbedaan ciri yang dimiliki!
4. Sebutkan hasil pengelompokan Anda disertai penjelasan yang tepat!
5. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini?
6. Bandingkan hasil diskusi kelompok Anda dengan kelompok lain!

C MACAM-MACAM KLASIFIKASI

Seiring dengan perkembangan zaman, sistem klasifikasi makhluk hidup dilakukan dengan alasan-alasan tertentu yang dimulai dan dirintis oleh ilmuwan terdahulu dan terus berkembang sampai sekarang. Hal ini dikarenakan adanya penemuan-penemuan baru yang sesuai dengan perkembangan peradaban manusia. Ada beberapa alasan yang digunakan para ahli sebagai dasar sistem klasifikasi. Untuk itulah sistem klasifikasi dapat digolongkan menjadi tiga golongan/kelompok, yaitu sistem alami, sistem buatan, dan sistem filogenik. Dasar-dasar apakah yang dipakai masing-masing sistem tersebut? Pelajarilah dalam materi berikut!

1. Klasifikasi Sistem Alami

Anda sudah mengetahui bahwa klasifikasi pada dasarnya berpijak dari adanya persamaan. Hal ini dapat kita ketahui dengan mengamati makhluk hidup secara morfologi. Misalnya, kita mengamati binatang kucing, anjing, sapi, kuda, dan harimau. Jika kita lihat secara alami, dapat kita ketahui bahwa kelima binatang itu mempunyai empat kaki, sehingga membentuk suatu kelompok seperti yang dikehendaki alam, yaitu kelompok binatang yang berkaki empat. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa klasifikasi sistem alami merupakan terbentuknya suatu kelompok-kelompok makhluk hidup secara alami.

Tokoh klasifikasi sistem alami adalah *Aristoteles*, seorang berkebangsaan Yunani pada tahun 350 SM. Beliau membagi makhluk hidup menjadi dua dunia (kingdom), yaitu hewan dan tumbuhan. Dunia hewan ini dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan habitat dan perilakunya, sedangkan tumbuhan dikelompokkan berdasarkan ukuran dan strukturnya.

2. Klasifikasi Sistem Buatan



Sumber: 100 Ilmuwan yang Berpengaruh dalam Sejarah Dunia

Gambar 2.2 Carolus Linnaeus sebagai bapak Taksonomi

Dibandingkan sistem klasifikasi secara alami, sistem klasifikasi buatan lebih baik, sempurna, dan mudah dipahami apabila dibandingkan sistem klasifikasi sebelumnya. Klasifikasi ini pertama kali diperkenalkan oleh *Carl Von Linne (1707-1778)* yang dikenal dengan nama *Carolus Linnaeus*, seorang ahli botani berkebangsaan Swedia. Beliau dinobatkan sebagai "Bapak Taksonomi". Apa saja hasil karyanya?

Klasifikasi makhluk hidup menurut **Linnaeus** didasarkan atas persamaan dan perbedaan struktur tubuh makhluk hidup, dengan cara-cara berikut.

a. Mengamati dan meneliti makhluk hidup, yaitu persamaan ciri struktur tubuh luar maupun ciri struktur tubuh dalam dari berbagai jenis makhluk hidup.
b. Apabila ada yang memiliki ciri struktur tubuh sama atau mirip dijadikan satu kelompok, adapun yang memiliki ciri berlainan dikelompokkan tersendiri.
c. Memberikan istilah tertentu untuk setiap tingkatan klasifikasi yang didasarkan pada banyak sedikitnya persamaan ciri pada setiap jenis makhluk hidup yang dikelompokkan.

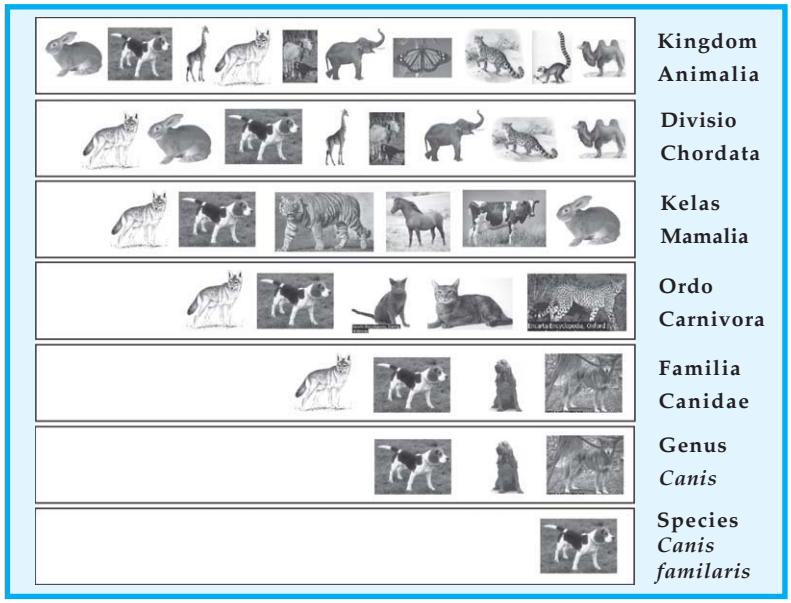
Tingkatan klasifikasi yang digunakan oleh Linnaeus adalah sebagai berikut.

Kingdom/Regnum	:	dunia/kerajaan
Filum/Divisio	:	bagian/keluarga besar
Klassis	:	kelas
Ordo	:	bangsa
Familia	:	suku
Genus	:	marga
Species	:	jenis

Keterangan :
Kingdom untuk hewan
Regnum untuk tumbuhan
Filum untuk hewan
Divisio untuk tumbuhan

Jika kita perhatikan klasifikasi tersebut terdiri atas beberapa tingkatan, mulai dari kelompok besar, kemudian dibagi menjadi beberapa kelompok kecil. Selanjutnya, kelompok kecil dibagi menjadi beberapa kelompok kecil lagi sehingga akan terbentuk kelompok-kelompok yang lebih kecil yang hanya mempunyai anggota satu jenis makhluk hidup.

Tiap tingkatan kelompok inilah yang disebut *takson*. Takson disusun dari tingkat tinggi ke tingkat rendah. Dengan demikian, semakin tinggi tingkatan takson, maka semakin umum persamaan ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup. Sebaliknya, semakin rendah tingkatan takson, maka semakin khusus persamaan ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup. Biasanya tingkatan ini memiliki jumlah makhluk hidup yang sedikit. Agar lebih jelas, perhatikan Gambar 2.3 berikut ini!



Sumber: CD Clipart

Gambar 2.3 Tingkatan takson makhluk hidup

Untuk memudahkan dalam pengelompokan makhluk hidup yang sangat banyak ragamnya, maka disusunlah suatu aturan pengelompokan. Pengelompokan dilakukan pada tingkatan tinggi sampai ke tingkatan rendah seperti berikut ini.

a. Kingdom/Regnum (Kerajaan/Dunia)

Tingkatan takson ini merupakan tingkatan tertinggi untuk makhluk hidup. Semua hewan dimasukkan dalam kingdom *Animalia* dan semua tumbuhan dimasukkan dalam kingdom *Plantae*. Bagaimana dengan manusia, masuk dalam tingkatan klasifikasi apakah kita? Coba pikirkan mengapa manusia dikelompokkan dalam salah satu kingdom itu?

b. Filum atau Divisio (Keluarga Besar)

Apabila kita mengelompokkan suatu makhluk hidup dalam kingdom, maka dengan melihat persamaan ciri-cirinya akan dimasukkan ke dalam suatu keluarga besar. Keluarga besar tersebut dimasukkan dalam *filum* untuk jenis hewan dan dimasukkan ke dalam *divisio* untuk jenis tumbuhan. Misalnya seperti hewan yang terlihat pada Gambar 2.3. Filum Chordata merupakan hewan bernotokorda dan hewan bertulang belakang. Ada juga hewan yang memiliki kaki berbuku-buku dan kutikula yang keras dimasukkan dalam filum Arthropoda.

Penamaan filum hewan tidak memiliki akhiran yang khas, sedangkan penamaan divisio tumbuhan diberi akhiran yang khas, misalnya *phyta* dan *mycota.* Tumbuhan yang berbiji dimasukkan dalam divisio Spermatophyta, jamur berbasidium dimasukkan dalam divisio Basidiomycota.

c. Kelas

Tingkatan takson ini lebih rendah dari kelompok takson filum atau divisio, artinya apabila kelompok makhluk hidup dalam divisio/filum memiliki ciri-ciri yang sama, maka dimasukkan dalam satu kelas. Contoh kelas pada hewan, yaitu hewan menyusui/Mamalia, misalnya anjing, kucing, kelinci, dan lain-lain. Adapun kelas pada tumbuhan ada dua, yaitu tumbuhan berbiji berkeping satu dan berkeping dua. Dengan demikian, tumbuhan mempunyai divisio: Spermatophyta, kelas: Monocotyledonae dan Dicotyledonae.

d. Ordo (Bangsa)

Tingkatan takson yang lebih rendah dari kelas adalah ordo. Pada tumbuhan, nama ordo pada umumnya diberi akhiran *ales*, sedangkan pada hewan tidak memiliki akhiran. Contoh dari hewan mempunyai ordo Carnivora (bangsa pemakan daging), Omnivora (bangsa pemakan tumbuh-tumbuhan). Adapun pada tumbuhan contohnya kelas Dicotyledonae mempunyai ordo *Graminales* (bangsa rumput-rumputan), *Rosales* (bangsa mawar-mawaran).

e. Famili (Suku atau Keluarga)

Famili merupakan tingkatan takson di bawah ordo. Pada tingkatan famili ini terdapat suatu kelompok yang berkerabat dekat dan memiliki banyak persamaan ciri. Nama famili pada tumbuhan pada umumnya diberi akhiran *aceae,* sedangkan untuk nama hewan diberi akhiran *idae*. Contoh keluarga hewan, yaitu *Canidae* (keluarga anjing), *Falidae* (keluarga kucing). Contoh keluarga tumbuhan adalah *Solanaceae* (keluarga kentang), *Rosaceae* (keluarga mawar).

f. Genus (Marga)

Takson genus adalah nama takson yang lebih rendah dari famili. Nama genus terdiri atas satu kata yang diambil dari kata apa saja, bisa dari nama hewan atau tumbuhan, zat kandungan, dan sebagainya. Huruf pertamanya diawali dengan huruf kapital dan ditulis dengan miring atau ditulis tegak dengan digaris bawah. Contoh untuk hewan adalah *Canis* (marga anjing), *Felis* (marga kucing), *Taenia* (marga cacing). Adapun contoh pada tumbuhan, yaitu *Rosa* (marga mawar), *Annona* (marga sirsak dan srikaya), dan *Solanum* (marga terung-terungan).

g. Species (Jenis)

Species merupakan tingkatan takson paling rendah dan menjadi unit atau satuan dasar klasifikasi. Species adalah kelompok makhluk hidup yang dapat melakukan perkawinan antarsesamanya dan akan menghasilkan keturunan yang subur (fertil). Penulisan kata species sama seperti penulisan dalam genus, hanya pada species terdiri atas dua kata, yaitu kata yang berada di depan merupakan nama marga (genus), sedangkan kata yang kedua menunjukkan jenisnya. Untuk kata yang kedua, huruf awalnya tidak perlu menggunakan huruf kapital. Contohnya: *Canis familaris* (anjing), *Taenia solium* (cacing pita), *Rosa gallica* (mawar), *Carica papaya* (pepaya), *Oryza sativa* (padi).

Pernahkah Anda menemukan dalam satu species beberapa makhluk hidup memiliki ciri khusus? Hal tersebut dinamakan sebagai varietas atau ras yang bermakna variasi. Dalam satu species variasi tumbuhan disebut *varietas*, adapun variasi dalam satu species hewan disebut *ras*. Contohnya: *Hibiscus sabdarifa var alba* (rosela varietas putih).

Pada umumnya suatu makhluk hidup mempunyai nama lokal dari setiap daerah, misalnya kota, negara. Contoh: nama buah pisang, orang Jawa Tengah sering menyebutnya "gedang". Apakah orang Sumatra mengerti bahwa yang disebut "gedang" berarti pisang? Sedangkan orang Jawa Barat menyebut "gedang" untuk buah pepaya. Agar tercipta komunikasi yang lebih mudah antara pihak satu dengan pihak lain, setiap makhluk hidup harus memiliki nama yang dikenal di seluruh dunia. Tujuannya agar tercipta suatu sistem tata nama yang sederhana, mudah dipahami, dan berlaku secara internasional. Oleh sebab itu, para ilmuwan mengambil suatu keputusan berdasarkan kesepakatan internasional dengan menggunakan metode *binomial nomenclature*, yang diciptakan oleh *Carolus Linnaeus*. Binomial nomenclature adalah pemberian nama dengan dua nama atau disebut dengan *tata nama ganda*, yaitu selalu menggunakan dua kata nama genus dan nama species. Bagaimana ketentuan yang ada dalam penamaan tersebut?

1) Nama suatu species terdiri atas dua kata, kata pertama merupakan nama genus dan kata kedua merupakan penunjuk jenis.
2) Huruf pertama nama genus ditulis dengan huruf kapital, sedangkan huruf pertama nama penunjuk jenisnya ditulis dengan huruf kecil.
3) Nama species menggunakan bahasa Latin atau yang dilatinkan. Misalnya: *Bambusa spinosa* (bambu berduri), *Carica papaya* (pepaya).

4) Nama species dicetak miring, digaris bawah, atau dicetak dengan huruf yang berbeda dengan teks lain.
5) Apabila nama tumbuhan terdiri atas lebih dari dua kata, kata kedua dan berikutnya harus digabung atau diberi tanda penghubung. Misalnya: *Hibiscus rosasinensis* atau *Hibiscus rosa-sinensis*.
6) Apabila nama hewan terdiri atas tiga kata dan nama tersebut bukan nama species melainkan nama subspecies (anak jenis), yaitu nama takson di bawah tingkat species maka ditulis terpisah, contohnya *Felis maniculata domestica* (kucing rumah/piaraan).
7) Nama species juga mencantumkan inisial pemberi nama species tersebut, contohnya *Zea mays L.* (yang memberi nama jagung adalah Linnaeus).

Coba Anda berikan nama dalam tingkatan klasifikasi mulai dari yang paling tinggi sampai tingkatan paling rendah untuk tumbuhan rumput-rumputan, misalnya padi (*Oryza sativa*) dan untuk hewan, misalnya kucing (*Felis catus*). Diskusikan hasilnya dengan teman Anda!

3. Klasifikasi Sistem Filogenik

Coba Anda ingat kembali tentang teori evolusi dari Charles Darwin yang Anda pelajari di SMP/MTs! Bertolak dari teori evolusi Darwin tersebut muncullah klasifikasi sistem filogenik. Sistem klasifikasi ini dikelompokkan berdasarkan jauh dekatnya kekerabatan antarorganisme atau kelompok dengan melihat keturunan dan hubungan kekerabatan. Organisme atau kelompok yang berkerabat dekat memiliki persamaan ciri yang lebih banyak bila dibandingkan dengan organisme atau kelompok yang berkerabat jauh. Cara mengelompokkan makhluk hidup dilakukan dengan mengamati ciri-ciri secara morfologi, anatomi, fisiologi, dan perilaku. Agar lebih jelas, kerjakan Tugas Individu berikut ini!

TUGAS INDIVIDU

Tujuan : Mengetahui hubungan kekerabatan beberapa hewan

Cara Kerja :

1. Cobalah lihat dan amati beberapa hewan seperti harimau, kucing, ular, cacing, ikan, lele, marmot, kelelawar, burung, ikan paus, elang, dan kera!
2. Kelompokkan hewan-hewan tersebut berdasarkan ada tidaknya kelenjar susu (*mamae*), ada tidaknya tulang belakang, cara bernapas, ada tidaknya kaki, ada tidaknya segmen tubuh, dan ada tidaknya sayap!
3. Setelah Anda kelompokkan, coba urutkan pasangan hewan berikut ini dari hubungan kekerabatannya yang paling dekat sampai paling jauh!
 a. Harimau dan kucing
 b. Kelelawar dan burung
 c. Marmot dan ikan paus
4. Manakah hubungan kekerabatan hewan berikut yang paling dekat?
 a. Manusia dan kera
 b. Manusia dan marmot

 Berikan alasan yang tepat! Kerjakan tugas ini di buku tugas Anda!

D KLASIFIKASI DALAM BIOLOGI MODERN

Seiring dengan perkembangan ilmu biologi yang bertambah maju, maka metode klasifikasi makhluk hidup dipelajari tersendiri dalam cabang ilmu taksonomi. Sebelumnya Anda sudah mempelajari tentang klasifikasi sistem filogenik. Dasar itulah yang digunakan dalam klasifikasi makhluk hidup yang lebih modern. Untuk melakukan klasifikasi yang baik dan benar, diperlukan tahap-tahap tertentu. Tahap-tahap apa saja yang diperlukan dalam klasifikasi? Pelajarilah dalam uraian berikut!

1. Tahapan dalam Klasifikasi

Apabila kita mencoba melakukan klasifikasi terhadap suatu makhluk hidup dengan baik dan benar, maka kita harus melalui beberapa tahap, yaitu pencandraan, pengelompokan, dan pemberian nama.

a. Pencandraan/Identifikasi

Jika Anda menemukan suatu makhluk hidup, apa yang akan Anda lakukan? Sebagai proses awal, tentu Anda akan mencandra/mengidentifikasi terlebih dahulu. Proses ini sebaiknya dilakukan dengan cermat dan teliti. Identifikasi dimulai dari ciri-ciri yang mudah diamati, yaitu secara morfologi, anatomi, fisiologi, bila perlu sampai pada ciri-ciri biokimiawi. Agar lebih jelas tentang pencandraan tersebut, coba lengkapi Tabel 2.2 berikut ini pada buku tugas Anda untuk mencandra antara capung dan kupu-kupu! Bandingkan hasil pekerjaan Anda dengan teman yang lain.

Tabel 2.2 Perbedaan Pencandraan antara Capung dan Kupu-kupu

Bagian-Bagian yang Dicandra	Kupu-Kupu	Capung
Bentuk kepala		
Tipe mulut		
Bentuk mata		
Bentuk sayap		
Jumlah sayap		
Jumlah ruas dada		
Jumlah antena		
Jumlah ruas perut		
Jumlah kaki		
Bentuk kaki		
Warna tubuh		
Cara makan		

b. Pengelompokan

Setelah melakukan pencandraan/identifikasi, tentunya Anda sudah mengetahui ciri-ciri makhluk hidup yang serupa dan yang tidak serupa. Ciri-ciri makhluk hidup yang serupa akan dikelompokkan dalam suatu takson yang kemudian diurutkan dari tingkat tinggi sampai pada tingkat rendah. Makin rendah tingkatan takson, makin sedikit anggotanya, tetapi persamaan ciri-ciri yang dimiliki anggotanya makin banyak.

Agar pemahaman Anda tentang hal ini lebih jelas, kerjakan Tugas Kelompok berikut!

TUGAS KELOMPOK

Tujuan : Mengelompokkan beberapa jenis hewan dan mengetahui dasar pengelompokannya

Alat dan Bahan :

Ayam, itik, sapi, kambing, kerbau, kupu-kupu, siput, capung, burung, ular, kucing, anjing, kelinci, udang, dan siput.

Cara Kerja :

1. Lihat dan amatilah beberapa hewan tersebut.
2. Kelompokkan hewan yang bertulang belakang dan beri nama kelompok **A** dan yang tidak bertulang belakang beri tanda kelompok **B**.
3. Pada kelompok **A** kemudian kelompokkan lagi dalam kelompok hewan yang menyusui diberi tanda **A1**, kelompok hewan bertelur diberi tanda **A2**.
4. Selanjutnya kelompok **A1** kelompokkan lagi ke kelompok hewan pemakan daging diberi tanda **A11** dan kelompok hewan pemakan tumbuh-tumbuhan diberi tanda **A12**.
5. Hewan apa saja yang terdapat pada kelompok **A**, **A1**, dan **A11**?
6. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh setelah melakukan kegiatan ini?
7. Presentasikan hasilnya di depan kelas dan mintalah saran dan pendapat dari guru pengampu.

c. Pemberian Nama Takson

Dari hasil pengelompokan suatu makhluk hidup, alangkah baiknya bila pengelompokan tiap takson itu diberi nama. Pemberian nama ini bertujuan untuk memudahkan kita dalam mengenal ciri-ciri suatu makhluk hidup yang berguna untuk membedakan dengan makhluk hidup lain.

Cobalah perhatikan lagi Tugas Kelompok di atas! Pada kelompok A diberi nama golongan vertebrata yang memiliki tulang belakang, kelompok A1 diberi nama Mamalia karena mempunyai kelenjar susu dan kelompok A11 diberi nama Karnivora karena termasuk pemakan daging. Untuk mengecek kemampuan Anda sendiri dalam memberi nama kelompok makhluk hidup lakukan cara yang sama pada hewan kelompok B (hewan yang tidak bertulang belakang)! Sebutkan jenis-jenis hewan tersebut!

E SISTEM KLASIFIKASI

Klasifikasi yang didasarkan pada filogenik telah mengalami berbagai perkembangan karena adanya penemuan-penemuan baru yang sesuai dengan peradaban manusia. Mulanya pada abad ke-19 sampai 20 masih menggunakan sistem dua kingdom, yaitu dunia tumbuhan (*Plantarum*) dan dunia hewan (*Animalia*), tetapi pada kenyataannya untuk organisme tingkat rendah seperti *Amoeba*, *Paramecium*, dan *Hydra* sangat sulit ditentukan, termasuk dunia tumbuhan ataukah dunia hewan. Oleh karena itu, para ahli mengemukakan berbagai sistem klasifikasi sebagai berikut.

1. **Sistem Klasifikasi Dua Kingdom,** penemu sistem ini adalah ilmuwan yang bernama *Aristoteles* (Yunani). Pengelompokan makhluk hidup tersebut adalah sebagai berikut.
 a. *Kingdom tumbuhan (Plantarum),* memiliki ciri-ciri berdinding sel, berklorofil, dan berfotosintesis. Bakteri dan jamur meskipun tidak berklorofil tetap dimasukkan dalam kerajaan tumbuhan.
 b. *Kingdom hewan (Animalia),* memiliki ciri-ciri tidak berdinding sel, tidak berklorofil dan dapat bergerak bebas, yang termasuk pada kingdom ini seperti *Protozoa, Mollusca, Porifera, Coelenterata, Arthropoda, Echinodermata* dan *Chordata*.
2. **Sistem Klasifikasi Tiga Kingdom,** penemu sistem kingdom ini adalah **Ernest Haekel** (Jerman) tahun 1866, pengelompokan makhluk hidup tersebut adalah sebagai berikut.
 a. *Kingdom Monera,* memiliki ciri-ciri tubuh tersusun atas satu atau banyak sel, inti selnya tanpa selubung (*prokariotik*), contohnya adalah bakteri dan ganggang biru.
 b. *Kingdom Plantae,* yang temasuk dalam kingdom ini adalah alga, jamur, lumut, paku, dan tumbuhan berbiji.
 c. *Kingdom Animalia,* yang termasuk dalam kingdom ini adalah dari golongan Protozoa sampai golongan Chordata.
3. **Sistem Klasifikasi Empat Kingdom,** penemu sistem kingdom ini adalah *Robert Whittaker* pada tahun 1959. Pengelompokan makhluk hidup tersebut berdasarkan struktur sel yang dibedakan antara sel *eukariotik*, yaitu sel yang memiliki selaput inti, dan sel *prokariotik*, yaitu sel yang tidak memiliki selaput inti. Keempat kingdom itu antara lain:

a. *Kingdom Monera,* ciri-cirinya adalah memiliki inti tanpa membran (*prokarion*), contohnya bakteri dan ganggang biru.

b. *Kingdom Fungi,* mencakup semua jamur.

c. *Kingdom Plantae,* meliputi semua ganggang kecuali ganggang biru, lumut, paku, dan tumbuhan berbiji.

d. *Kingdom Animalia,* meliputi semua hewan, mulai dari Protozoa sampai Chordata.

4. **Sistem Klasifikasi Lima Kingdom,** sistem ini merupakan penyempurnaan dari sistem empat kingdom oleh Whittaker pada tahun 1969 dengan menggunakan dasar tingkatan organisme, susunan sel, dan faktor nutrisinya. Klasifikasi ini dianut oleh banyak ilmuwan sampai sekarang. Adapun sistem klasifikasi lima kingdom ini adalah sebagai berikut.

 a. *Kingdom Monera,* meliputi semua makhluk hidup atau organisme yang prokariotik, bersel satu, dan mikroskopis. Contohnya, semua bakteri dan ganggang hijau biru (*Cyanobakteri*), misalnya *Escherichia coli, Anabaena* sp., dan *Nostoc* sp.

 b. *Kingdom Protista,* sebagian besar terdiri atas organisme yang bersel satu, eukariotik, umumnya sudah memiliki ciri-ciri seperti tumbuhan dan hewan. Contohnya: *Euglena, Paramecium,* dan *Amoeba*.

 c. *Kingdom Fungi,* memiliki ciri-ciri eukariotik, tidak berklorofil sehingga tidak berfotosintesis. Contohnya: *Mucor, Saccharomyces, Pleurotus* (jamur tiram), *Agaricus,* dan lain-lain.

 d. *Kingdom Plantae,* terdiri atas semua organisme eukariotik, bersel banyak, berdinding sel yang mengandung selulosa, berklorofil, berfotosintesis, autotrof. Kerajaan tumbuhan dibagi menjadi tumbuhan berspora (lumut, paku) dan berbiji. Contohnya: padi, mawar, lumut hati, dan paku ekor kuda.

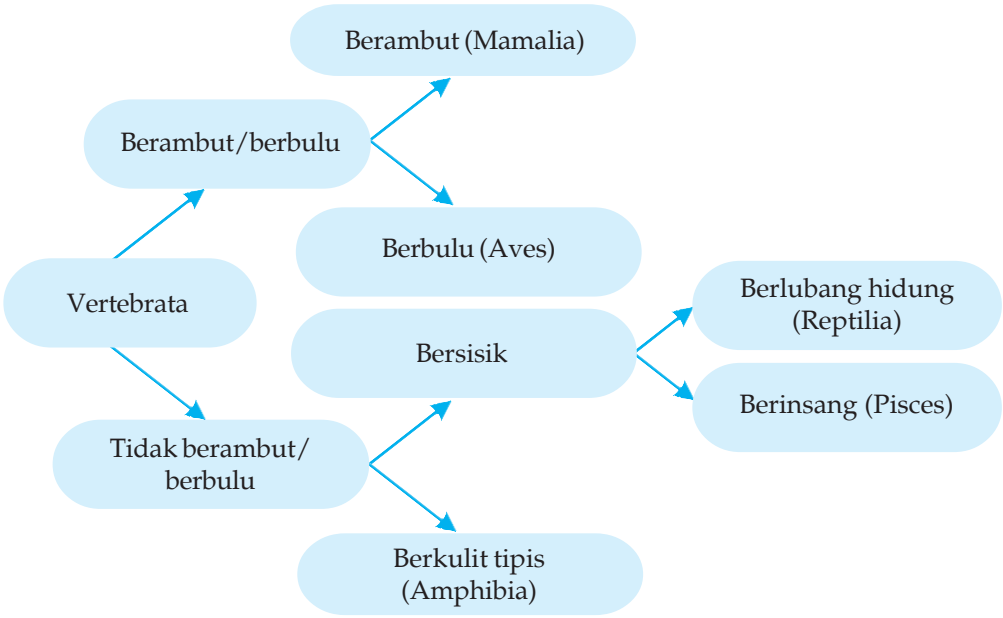
 e. *Kingdom Animalia:* memiliki ciri-ciri eukariotik, bersel banyak, tidak berklorofil sehingga tidak berfotosintesis, tidak berdinding sel, heterotrof. Contohnya: burung, gajah, ular, ayam, dan sebagainya.

5. **Sistem Klasifikasi Enam Kingdom.** Sistem ini menganut bahwa virus dimasukkan dalam kingdom tersendiri, oleh karena itu tingkatan klasifikasi ada enam kingdom, yaitu *Virus, Protista, Monera, Fungi, Plantae,* dan *Animalia.*

F IDENTIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Apabila Anda menemukan suatu makhluk hidup yang belum diketahui golongannya, termasuk tumbuhan ataukah hewan, bagaimana cara Anda mengetahui jenis makhluk hidup tersebut? Langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi terlebih dahulu, yaitu mengenal makhluk hidup tersebut. Untuk mengidentifikasi makhluk hidup yang baru kita kenal dibutuhkan suatu alat pembanding yang dapat berupa gambar, spesimen (awetan tumbuhan atau hewan), atau tumbuhan dan hewan yang sudah diketahui namanya yang disebut *kunci identifikasi/kunci determinasi*.

Suatu jenis kunci identifikasi yang paling sederhana dinamakan *kunci dikotomi* (bentuknya menggarpu), kunci ini cocok untuk mengidentifikasi suatu makhluk hidup termasuk dalam kelompok mana. Lihatlah contoh diagram pada Gambar 2.4 berikut ini!



Gambar 2.4 Diagram contoh identifikasi makhluk hidup

Pada umumnya suatu species diidentifikasi dengan menggunakan kunci determinasi. Kunci ini terdiri atas serangkaian petunjuk yang merupakan ciri-ciri morfologi suatu makhluk hidup, dengan ciri setiap petunjuk terdiri atas dua pernyataan yang berlawanan dan pernyataan-pernyataan ini membawa kita pada petunjuk selanjutnya. Jika salah satu ada yang cocok, maka pernyataan yang lain gugur, demikian seterusnya sampai akhirnya nama jenisnya diketahui. Agar lebih jelas, pelajarilah contoh determinasi sederhana berikut ini!

I. Kunci Determinasi Tumbuhan

1. a. Tidak mempunyai akar, batang, dan daun 3
 b. Mempunyai akar, batang dan daun 2
2. a. Akar tunggal 4
 b. Akar serabut 4
3. a. Ukuran tubuh mikroskopis 6
 b. Ukuran tubuh makroskospis 6
4. a. Bentuk daun menyerupai pita 7
 b. Bentuk daun tidak menyerupai pita 5
5. a. Bentuk daun menyerupai jantung atau ginjal 7
 b. Bentuk daun tidak menyerupai jantung atau ginjal 8
6. a. Warna hijau, biru kehijauan, abu-abu hijau Alga
 b. Warna putih, cokelat, abu-abu kuning Jamur
7. a. Tulang daun sejajar 8
 b. Tulang daun menyirip atau menjari 8
8. a. Berbunga 9
 b. Tidak berbunga 10
9. a. Daun berpelepah Rumput-rumputan
 b. Daun tidak berpelepah 11
10. a. Daun kecil dan kaku Gymnospermae
 b. Daun tidak kecil dan kaku 13
11. a. Bagian bunga berkelipatan 4 dan 5 12
 b. Bagian bunga kelipatan 3 12
12. a. Benang sari berkumpul pada satu tangkai bersama Malvaceae
 b. Benang sari tidak berkumpul pada satu tangkai bersama 14

dan seterusnya.

II. Kunci Determinasi Hewan

1. a. Homoiotermis 2
 b. Poikilotermis 8
2. a. Hidup di darat 3
 b. Hidup di air 5
3. a. Memiliki rambut atau bulu 4
 b. Memiliki zat tanduk 8
4. a. Ada kelenjar susu Mamalia
 b. Tidak ada kelenjar susu Aves
5. a. Alat gerak sirip 6
 b. Alat gerak bukan sirip 7
6. a. Bernapas dengan paru-paru 9
 b. Bernapas dengan insang Pisces
7. a. Jantung 3 ruang Amphibia
 b. Jantung 4 ruang Reptil

Agar Anda lebih memahami tentang kunci determinasi ini, lakukan Kegiatan Kelompok 3 berikut ini! Anda bisa meminta saran pada guru biologi Anda tentang kunci determinasi.

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Melatih menggunakan kunci determinasi

Alat dan Bahan :
1. Beberapa tumbuhan yang ada di sekitar sekolah Anda.
2. Buku petunjuk kunci determinasi.
3. Kertas dan bolpoin.

Cara Kerja:

1. Carilah beberapa tumbuh-tumbuhan di sekitar sekolah/lingkungan Anda.

2. Kumpulkan tumbuh-tumbuhan yang Anda peroleh.
3. Letakkan tumbuhan tersebut di atas meja.
4. Identifikasi tumbuhan tersebut sampai tingkat filum atau kelas dengan menggunakan kunci yang telah tersedia. Bila tumbuhan yang Anda temukan ada yang belum dapat dicari kedudukan taksonominya, mintalah bantuan guru biologi Anda untuk mendapatkan kunci determinasi yang dipakai para ahli.

Setelah mempelajari uraian di atas, Anda bisa mengetahui bahwa ternyata keanekaragaman berbagai jenis makhluk hidup yang ada di dunia ini sangat banyak. Kita tidak akan mampu menghitung atau mengetahui semua jenisnya, akan tetapi kita dapat mempelajari melalui pendekatan klasifikasi dan tata nama. Hal ini merupakan daya dukung untuk kelangsungan hidup semua makhluk hidup yang ada di bumi. Kita wajib bersyukur kepada Tuhan yang menciptakan alam semesta dengan memberikan keanekaragaman yang begitu besar bagi kehidupan makhluk di bumi.

RANGKUMAN

1. Klasifikasi makhluk hidup adalah suatu cara pengelompokan yang didasarkan pada ciri-ciri tertentu, seperti banyaknya persamaan dan perbedaan baik, secara morfologi, fisiologi, maupun anatominya. Makin banyak persamaan, maka makin dekat tali kekerabatannya.
2. Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup adalah sebagai berikut.
 a. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimiliki
 b. Mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain.
 c. Mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup.
 d. Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.
3. Manfaat klasifikasi makhluk hidup.
 a. Memudahkan kita dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam.
 b. Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup yang satu dengan yang lain.
4. Sistem klasifikasi dapat digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu:
 a. klasifikasi sistem alami,
 b. klasifikasi sistem buatan,
 c. klasifikasi sistem filogenik.
5. Langkah dalam mengklasifikasi makhluk hidup adalah pencandraan, pengelompokan berdasarkan ciri-ciri dari persamaan serta perbedaan, serta identifikasi untuk pemberian nama.
6. Kelompok yang memiliki ciri-ciri persamaan menunjukkan adanya tingkatan yang disebut takson. Urutan takson dari tingkatan yang tinggi ke rendah adalah kingdom/regnum, filum/divisio, kelas, ordo, famili, genus, dan species.
7. Sistem klasifikasi meliputi dua kingdom, tiga kingdom, empat kingdom, lima kingdom, dan enam kingdom.

 Keenam kingdom tersebut adalah Virus, Protista, Monera, Fungi, Plantae, dan Animalia.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Makhluk hidup yang mempunyai kekerabatan dekat adalah yang memiliki
 a. persamaan dalam pemanfaatannya
 b. banyak persamaan ciri-ciri
 c. sedikit persamaan ciri-ciri
 d. tidak memiliki persamaan ciri-ciri
 e. banyak perbedaan
2. Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan disebut
 a. klasifikasi
 b. sistematika
 c. taksonomi
 d. takson
 e. anatomi
3. Tujuan ilmuwan mengklasifikasikan makhluk hidup adalah sebagai berikut, *kecuali*
 a. untuk pelestarian makhluk hidup
 b. untuk memudahkan dalam mempelajarinya
 c. untuk memudahkan dalam mengenalinya
 d. untuk menentukan kedudukannya dalam takson
 e. untuk memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya
4. Urutan tingkatan takson dari tingkat terendah ke tingkat tinggi adalah sebagai berikut
 a. species – genus – kelas – ordo – famili – filum
 b. species – genus – kelas – famili – ordo – filum
 c. species – genus – famili – ordo – kelas – filum
 d. species – genus – ordo – famili – kelas – filum
 e. species – ordo – genus – kelas – famili – filum
5. Tokoh pelopor sistem klasifikasi makhluk hidup, yaitu
 a. Lamarck
 b. Gregor Mendel
 c. Charles Darwin
 d. Carolus Linnaeaus
 e. Robert Hooke

6. Berikut ini nama ilmiah dari beberapa makhluk hidup.
 (1) *Panthera leo*
 (2) *Canis familiaris*
 (3) *Cavia cobaya*
 (4) *Panthera tigris*

 Kekerabatan yang paling dekat di antara makhluk hidup tersebut adalah
 a. 1 dan 2
 b. 1 dan 4
 c. 2 dan 3
 d. 2 dan 4
 e. 1 dan 3
7. Pasangan berikut ini yang memiliki kekerabatan paling dekat, yaitu
 a. anjing dan serigala
 b. serigala dan beruang
 c. rubah dan anjing
 d. serigala dan rubah
 e. beruang dan rubah
8. Cara penulisan yang benar untuk nama jenis jagung adalah
 a. *Zea mays L.*
 b. *Zea Mays L*
 c. *Zea M. L*
 d. *Zea mays L*
 e. *Zea Mays. L.*
9. Nama ilmiah kelapa adalah *Cocos nucifera L.* Arti huruf L adalah
 a. nama species
 b. petunjuk takson
 c. nama genus
 d. singkatan nama orang yang pertama mengidentifikasi
 e. nama kelas
10. Jamur/fungi dipisahkan menjadi kingdom tersendiri karena
 a. berkembang biak dengan spora
 b. bersifat heterotrof
 c. tidak memiliki dinding sel
 d. tidak memiliki membran inti
 e. hidupnya sebagian besar saprofit dan parasit

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini di buku tugas Anda!

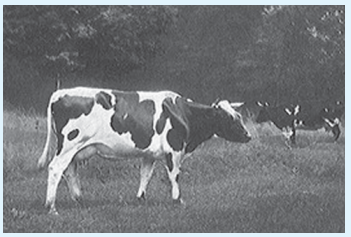
1. Mengapa perlu dilakukan klasifikasi makhluk hidup dan apakah manfaat dari klasifikasi itu?
2. Jelaskan tahap-tahap dalam melakukan klasifikasi makhluk hidup!
3. Apakah dasar klasifikasi biologi dan mengapa dasar tersebut lebih baik daripada dasar-dasar klasifikasi lainnya?
4. Mengapa **Carolus Linnaeus** disebut sebagai Bapak Taksonomi?
5. Bagaimana tata cara penulisan nama ilmiah suatu makhluk hidup?
6. Makhluk hidup dibagi menjadi beberapa kingdom, coba Anda jelaskan dan beri contoh masing-masing kingdom itu!
7. Apa yang Anda ketahui tentang:
 a. identifikasi,
 b. kunci determinasi,
 c. binomial nomenclature.
8. Apakah yang dimaksud dengan klasifikasi alami, buatan, dan filogenik?
9. Mengapa *Fung*i tidak dimasukkan ke dalam kingdom Plantae?
10. Jelaskan prinsip-prinsip dasar dalam sistem *binomial nomenclature*!

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Perhatikan hewan-hewan pada gambar berikut ini dengan cermat dan teliti!






 a. Amatilah ciri-ciri yang dimiliki keempat hewan itu sehingga dimasukkan ke dalam ordo Herbivora!
 b. Dari keempat hewan tersebut manakah hewan yang paling berbeda dari hewan lainnya? Mengapa hewan itu memiliki perbedaan dari tiga hewan lainnya?
2. Klasifikasi tumbuhan berdasarkan atas perbedaan-perbedaan, seperti pohon, semak, dan herba ditinjau dari segi taksonomi modern kurang baik. Bagaimana menurut Anda? Berikan alasan sesuai materi yang Anda pelajari!
3. Amatilah tumbuhan padi dan tumbuhan kacang kedelai! Klasifikasikan kedua tumbuhan tersebut ke dalam takson-taksonnya. Buatlah dalam bentuk tabel!

BAB 3 VIRUS

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang virus. Dengan mempelajari materi ini diharapkan Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri virus dan replikasinya sehingga Anda mengetahui peranan virus dalam kehidupan.

Negara Indonesia beberapa tahun terakhir ini disibukkan dengan penanganan penyakit menular yang diakibatkan oleh mikroorganisme, antara lain penyakit flu burung.

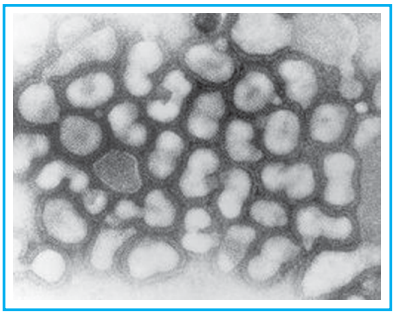
Penyakit flu burung dapat menyebabkan kematian. Penularan penyakit itu sangat cepat. Penyakit ini ditularkan melalui hewan sejenis unggas. Perhatikan bentuk virus pada Gambar 3.1!

Flu burung atau *Avian influenza* adalah sebuah penyakit yang paling menghebohkan sekarang ini. Tahukah Anda, penyakit ini terkenal bukan karena dapat menyebabkan kematian banyak unggas dalam waktu yang relatif sangat singkat, melainkan karena sifatnya yang dapat menular dari unggas ke manusia dan menimbulkan kematian yang cepat pada manusia.

Perlu Anda ketahui meskipun namanya flu burung namun ternyata penyakit ini juga menyerang hewan lain seperti babi, kucing, dan musang.

Kata Kunci

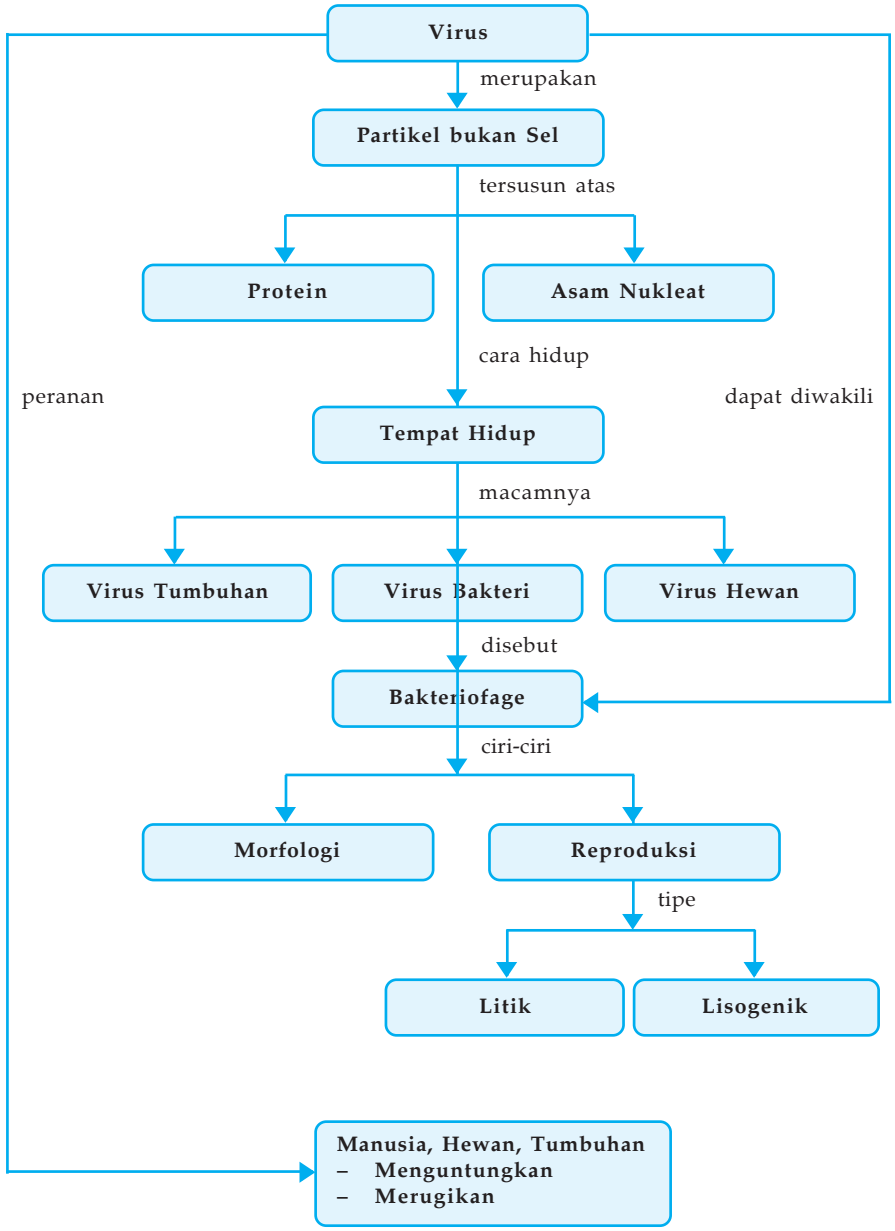
- virus
- parasit obligat
- kapsid
- virion
- bakteriofage
- daur litik
- daur lisogenik



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 3.1 Virus flu burung

PETA KONSEP


Virus
merupakan
Partikel bukan Sel
tersusun atas
Protein
Asam Nukleat
cara hidup
peranan
dapat diwakili
Tempat Hidup
macamnya
Virus Tumbuhan
Virus Bakteri
Virus Hewan
disebut
Bakteriofage
ciri-ciri
Morfologi
Reproduksi
tipe
Litik
Lisogenik
Manusia, Hewan, Tumbuhan
– Menguntungkan
– Merugikan

Adanya penyakit menyebabkan manusia mencari tahu tentang penyebab penyakit dan upaya mencegah tertularnya penyakit tersebut serta cara pengobatannya. Kemampuan menusia itu merupakan anugerah Tuhan yang wajib kita syukuri.

Apa yang Anda pikirkan dari munculnya penyakit menular tersebut? Tentu Anda ingin mengetahui penyebab penyakit tersebut dan cara menanggulanginya.

Perlu Diketahui

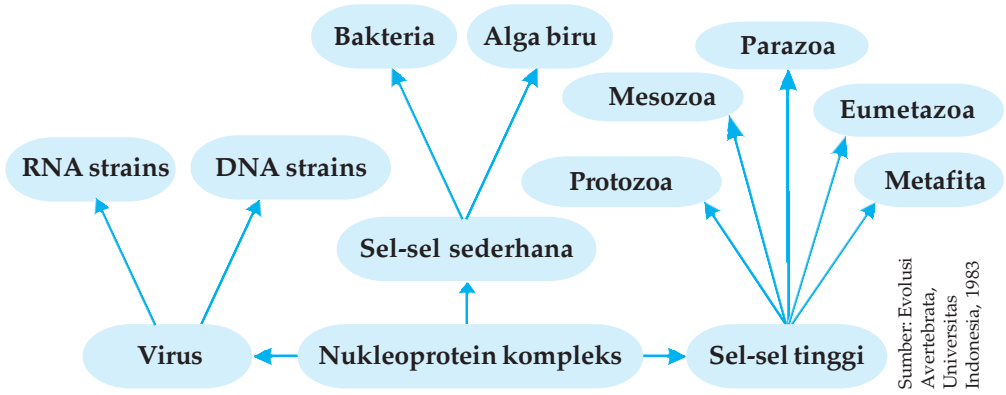
Pada 21 Juli 2005, tiga kasus fatal terjadi di Tangerang, Indonesia yang disebabkan oleh flu burung. Virus yang menyerang termasuk sub tipe H5N1. Berbeda dengan kasus lainnya di Asia Tenggara (Thailand, Kamboja, Vietnam), kasus ini dianggap unik karena korban tidak banyak berhubungan dengan unggas.

Beberapa ahli meneliti dan menyatakan bahwa penyakit flu burung disebabkan oleh virus. Pada Bab 2, Anda sudah mengetahui bahwa virus memiliki golongan sendiri yang sering dikenal sebagai *"The Invisible Kingdom"* atau sebagai kerajaan yang tak terlihat. Hal itu dikarenakan virus merupakan makhluk hidup sangat kecil yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang.

Apakah sebenarnya virus itu? Mengapa kita perlu mempelajarinya? Seperti yang Anda lihat bahwa virus tak disangsikan lagi memang berhubungan dengan makhluk hidup. Untuk memahaminya, pelajarilah materi berikut ini dengan baik!

A TERBENTUKNYA VIRUS

Perhatikan bagan di bawah ini!



Gambar 3.2 Bagan perkembangan asam nukleat menuju ke virus, bakteria, sel-sel kompleks, dan organisme bersel banyak.

Sebelum mempelajari lebih jauh tentang virus, coba pelajarilah bagan pada Gambar 3.2! Berdasarkan bagan tersebut dapat kita ketahui bahwa virus merupakan hasil seleksi *nukleoprotein* kompleks atau dibangun dari zat yang unik bagi kehidupan, yaitu asam nukleat dan protein. Dari bagan tersebut dapat diketahui bahwa struktur sebuah virus belum dapat dikatakan sebuah sel karena hanya mempunyai materi genetik *DNA* atau *RNA*. Ingatlah kembali bagian-bagian sel yang telah Anda pelajari di tingkat SMP/MTs.

Tahukah Anda bahwa virus merupakan garis batas antara hidup dan tak hidup. Apabila dia berada di dalam sel hidup, maka dia sebagai makhluk hidup, tetapi jika berada di luar sel hidup dapat dikatakan sebagai makhluk tak hidup, jika demikian apakah mereka itu? Mari kita pelajari sifat-sifatnya, dengan demikian kita dapat lebih mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan virus.

B CIRI-CIRI UMUM VIRUS

Istilah *virus* memiliki arti racun. Sedikit Anda telah mengerti bahwa keberadaan virus mempunyai dua fase, yaitu satu di dalam sel-sel hidup dan satu di luar sel-sel hidup. Di luar inangnya virus mempunyai ciri tersendiri, yaitu mempunyai partikel sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron dan mereka bisa lolos melewati pori-pori saringan yang tidak memungkinkan dilewati oleh bakteri. Mereka memperbanyak diri hanya di dalam sel-sel hewan, tumbuh-tumbuhan, dan mikroorganisme lain. Dengan demikian, dapat dikatakan virus sebagai *"parasit obligat"*. Apakah hal tersebut sudah dibuktikan?

Bukti yang pertama kali dilakukan oleh **D.J. Ivanovsky** (seorang ahli Botani dari Rusia) pada tahun 1892, yaitu dengan membuat preparat dari ekstrak daun tembakau yang terserang penyakit mosaik tembakau. Selanjutnya, ekstrak tersebut disaring melalui penyaringan yang demikian halusnya sehingga setiap bakteri yang ada dapat tersaring. Cairan hasil dari penyaringan kemudian dioleskan pada daun yang sehat. Hasilnya ternyata di luar dugaan, yaitu daun menjadi sakit. Kasus tersebut dilanjutkan oleh **Wendell Stanley** pada tahun 1935 dari Amerika Serikat, yang berhasil mengisolasi dan mengkristalkan virus mosaik tembakau. Apabila kristal virus diinjeksikan pada tanaman yang sehat, maka virus akan segera aktif mengganda, yang berarti ia bukan sel, jadi virus berbeda dengan bakteri.

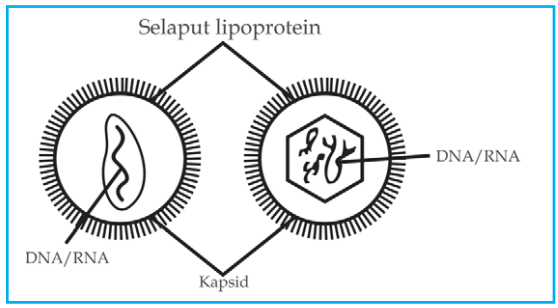
1. Ukuran Virus

Virus adalah partikel berukuran sangat kecil yang dapat menginfeksi hampir semua jenis makhluk hidup. Kita tidak dapat melihat virus dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan mikroskop elektron, karena

ukurannya sangat mikroskopik. Virus mempunyai ukuran sekitar 20 – 30 nanometer (nm), 1 nm = 1/1.000.000.000 meter. Ukurannya rata-rata 50 kali lebih kecil dari bakteri.

2. Bentuk Virus

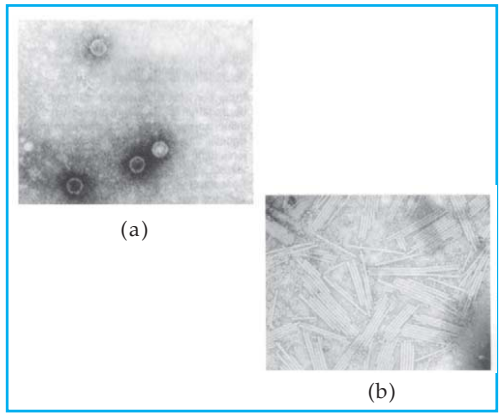
Cobalah amati Gambar 3.3! Gambar tersebut memperlihatkan bahwa ternyata virus mempunyai struktur sederhana, yang hanya terdiri atas selubung atau protein pelindung yang disebut *kapsid* yang tersusun atas molekul protein dan bagian isi yang tersusun atas asam nukleat berupa DNA atau RNA, dapat pula dilengkapi dengan pembungkus atau *envelope* dari lipoprotein (lipid dan protein) yang merupakan membran plasma dan berasal dari sel inang virus. Apabila pembungkus ini dibangun oleh subunit yang sama atau identik disebut *kapsomer*. Bentuk kapsomer ini sangat simetris dan suatu saat dapat mengkristal. Gabungan kapsomer ini akan membentuk *kapsid*. Dengan demikian dapat diketahui, sebuah virus memiliki bagian-bagian, yaitu memiliki materi genetik yang terbungkus oleh pembungkus protein yang dinamakan *virion* atau partikel virus. Jadi, virus tidak memiliki sitoplasma serta tidak memiliki organela sehingga tidak melakukan metabolisme. Lebih sederhana manakah antara sebuah sel dengan sebuah virus, coba Anda bandingkan!



Sumber: Ilustrasi Harry

Gambar 3.3 Struktur umum virus terdiri atas materi genetik RNA atau DNA, kapsid, kapsomer, dan seludang (*envelope*)

Beberapa contoh bentuk virus dapat Anda lihat pada Gambar 3.4 berikut ini!



http: en.wikipedia.org

Gambar 3.4 Bentuk-bentuk virus

Keterangan Gambar 3.4:

(a) Tampak berbentuk heksahedral, terdapat pada virus tomat.

(b) Tampak seperti batang terdapat pada virus tembakau.

3. Cara Hidup Virus

Virus bersifat sebagai parasit obligat, jadi dia tidak dapat hidup di alam secara bebas, tetapi harus berada di dalam makhluk hidup lain. Apabila hidup di dalam makhluk hidup, maka virus akan berkembang biak, misalnya di dalam sel bakteri, sel hewan, atau sel tumbuhan tingkat tinggi. Dasar inilah yang digunakan untuk membedakan jenis-jenis virus.

Jenis virus ada tiga, yaitu virus bakteri, virus hewan, dan virus tumbuhan. Pada virus hewan terdapat asam nukleat DNA dan RNA, sedangkan virus tumbuhan berisi RNA. Pada DNA umumnya berantai ganda terpilin (*double helix*), contoh virus ini antara lain virus influenza, virus herpes, virus kutil, virus alat kelamin, virus belek, dan virus yang menyebabkan kanker. DNA yang berantai tunggal, contohnya virus yang berhubungan dengan cacar. Untuk virus RNA, baik yang berantai ganda atau tunggal semuanya tidak terpilin, contoh virus RNA antara lain TMV (*Tobacco Mozaic Virus*), virus polio, virus HIV.

Jenis-jenis virus apakah yang terdapat pada hewan, tumbuhan, dan manusia? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukan kegiatan kelompok berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengetahui jenis-jenis virus yang terdapat pada tumbuhan, hewan, dan manusia

Alat dan Bahan :

1. Informasi atau berita tentang berbagai penyakit yang menyerang manusia, hewan, maupun tumbuhan yang disebabkan virus dari berbagai sumber, seperti koran, buku, TV, radio, rumah sakit, puskesmas, Dinas Pertanian dan Dinas Peternakan, atau sumber lain.
2. Buku dan pena.

Cara Kerja :

1. Carilah sumber informasi atau berita tentang penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan yang disebabkan virus.
2. Setelah mendapatkannya, catatlah jenis-jenis virus yang menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, atau tumbuhan tersebut di buku tugas Anda.

3. Diskusikan bersama dalam hal berikut!
 a. cara penularannya
 b. cara pengobatannya
 c. dapatkah virus yang menyerang pada manusia membentuk toksin?
4. Presentasikan hasil diskusi kelompok Anda di depan kelas.

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, apakah Anda menemukan penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus seperti cacar, polio, influenza, demam berdarah, diare, hepatitis, HIV yang menyebabkan AIDS, bahkan yang telah disebutkan pada awal materi, yaitu penyakit flu burung? Beberapa virus yang menyerang hewan, antara lain menyebabkan penyakit rabies (anjing gila), penyakit sampar pada ayam, penyakit kuku pada ternak, sedangkan virus yang menyerang tanaman antara lain menyebabkan penyakit mosaik pada tembakau, busuk pada sayuran, dan kanker pada jeruk.

C BAKTERIOFAGE

Telah dijelaskan bahwa jenis virus ada tiga, yaitu virus pada hewan, pada tumbuhan, dan juga pada manusia. Tahukah Anda virus pada sel bakteri disebut bakteriofage?

Bakteriofage (sederhananya fage) merupakan virus yang menginfeksi/menyerang bakteri. Virus ini sering digunakan oleh para ilmuwan untuk penelaahan lebih mendalam tentang virus. Mengapa model bakteriofage yang digunakan sebagai model penelitian para ilmuan tersebut?

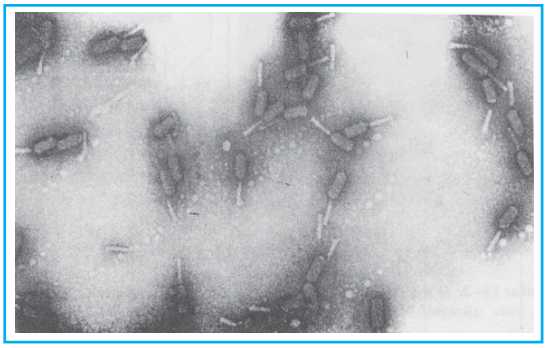
Virus fage mudah ditumbuhkan pada bakteri (inang). Virus yang hidup pada bakteri tersebut mudah dipelihara dengan kondisi yang dapat dikendalikan seperti waktu, kerja, dan ruangan yang relatif sedikit dibandingkan dengan pemeliharaan inang berupa tumbuhan dan hewan. Oleh karena itulah, bakteriofage menjadi perhatian yang besar untuk penelitian virus.

Bakteriofage adalah kesatuan biologis paling sederhana yang diketahui mampu mereplikasi dirinya (mampu menggandakan dirinya sendiri menjadi lebih banyak). Dengan demikian, jasad renik ini dijadikan penelitian dalam genetika, yaitu dijadikan sistem model untuk mempelajari patogenesitas yang disebabkan virus. Bagaimana struktur dari bakteriofage?

1. Ciri-Ciri Umum Bakteriofage

Di manakah virus bisa hidup? Kenyataannya virus ada di mana-mana, terbukti sering terjadi mewabahnya suatu penyakit yang tidak mengenal daerah tertentu. Dengan demikian, virus ini sama seperti virus pada umumnya yang dapat hidup luas di alam. Bentuknya juga hampir sama seperti virus, yaitu terdiri atas sebuah inti asam nukleat yang dikelilingi oleh selubung protein. Virus ini mempunyai ekor yang digunakan untuk melewatkan asam nukleatnya ketika menginokulasi sel inang. Perhatikan Gambar 3.5!

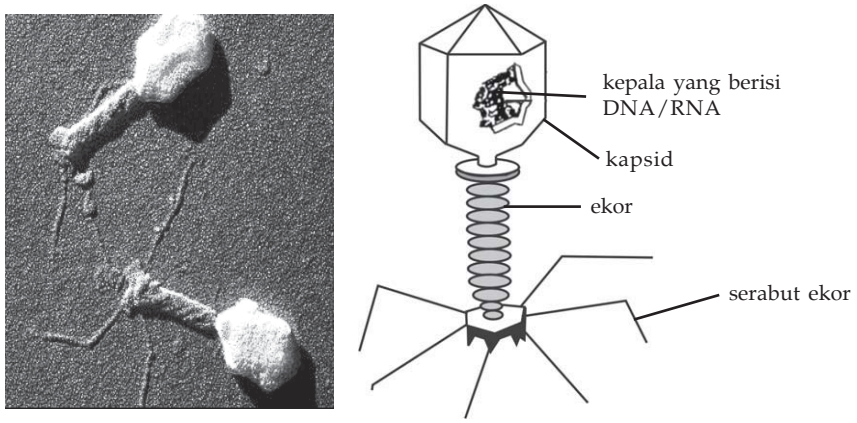
Gambar 3.5 Contoh dari fage *Salmonella newport*



Sumber: Dasar-Dasar Mikrobiologi, Universitas Indonesia, 1986.

2. Morfologi dan Struktur Bakteriofage

Bagaimana dengan bentuk morfologi dan struktur dari bakteriofage? Coba amati dan perhatikan Gambar 3.6 berikut ini!



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006 dan Ilustrasi Cahyo

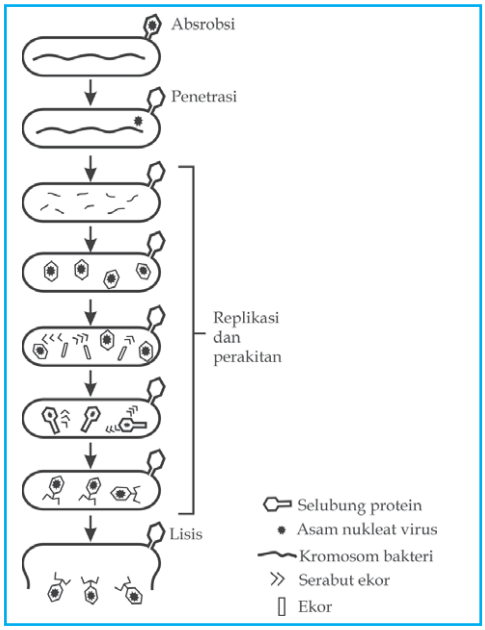
Gambar 3.6 Struktur bakteriofage yang terdiri atas kepala, ekor, dan serabut ekor.

Jika kita amati, tubuh bakteriofage tersusun atas *kepala, ekor,* dan *serabut ekor*. Kepala berbentuk *polyhedral* (segi banyak) yang di dalamnya mengandung DNA atau RNA saja. Dari kepala muncul tubus atau selubung memanjang yang dinamakan sebagai ekor virus. Ekor ini bertugas sebagai alat penginfeksi. Bagian antara kepala dan ekor memiliki selubung yang disebut *kapsid***.** Kapsid tersusun atas molekul-molekul protein, oleh sebab itu disebut sebagai selubung protein atau pembungkus protein, fungsinya sebagai pelindung asam nukleat (DNA dan RNA), dapat membantu menginfeksi virus ke sel inangnya dan menentukan macam sel yang akan dilekati. Coba perhatikan, pada bagian ujungnya ditumbuhi serabut-serabut ekor yang dapat berfungsi sebagai penerima rangsang atau reseptor. Sejumlah subunit molekul protein yang menyusun kapsid dan identik satu dengan yang lain disebut *kapsomer.*

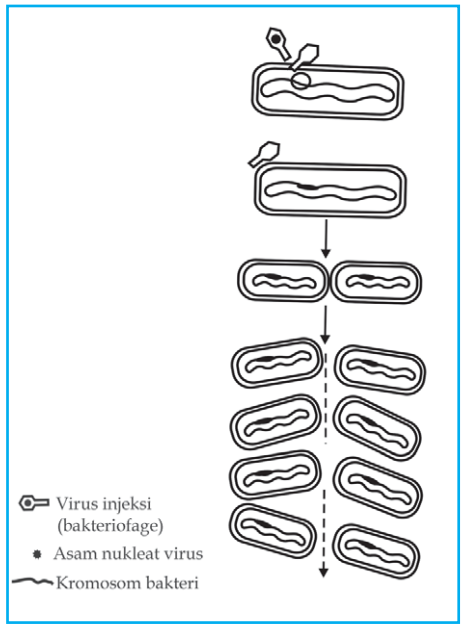
Telah kita ketahui bahwa ekor bakteriofage bertugas untuk menginfeksi. Tahukah Anda bahwa bakteriofage sebenarnya mempunyai dua tipe cara menginfeksi, yaitu *litik* atau *virulen* dan *tenang* atau *lisogenik.* Cara-cara menginfeksi bakteriofage tersebut juga sekaligus digunakan sebagai cara bereproduksi (memperbanyak diri).

3. Reproduksi Bakteriofage

Perhatikan cara bakteriofage bereproduksi pada Gambar 3.7 dan 3.8 berikut!



Gambar 3.7 Cara litik virus menginfeksi bakteri

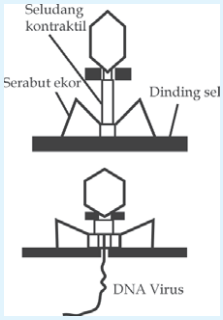


Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 3.8 Cara lisogenik virus menginfeksi bakteri

Litik atau virulen, bila fage litik menginfeksi sel dan sel tersebut memberikan tanggapan dengan cara menghasilkan virus-virus baru dalam jumlah yang besar, yaitu pada masa akhir inkubasi. Sel ini akan pecah atau mengalami lisis yang akan melepaskan fage-fage baru untuk menginfeksi sel-sel inangnya.	**Tenang atau lisogenik**, tipe ini tidak mengalami lisis (selnya pecah), jadi asam nukleatnya dibawa dan direplikasikan di dalam sel-sel bakteri dari satu generasi ke generasi yang lain, namun bisa secara mendadak menjadi virulen pada suatu generasi berikutnya dan menyebabkan lisis pada sel inangnya.
Daur Litik a. *Fase adsorbsi* (penempelan), pada fase ini, awalnya ditandai dengan adanya ujung ekor menempel/melekat pada dinding sel bekteri. Penempelan tersebut dapat terjadi apabila serabut dan ekor virus melekat pada dinding sel bakteri. Virus menempel hanya pada tempat-tempat khusus, yakni pada permukaan dinding sel bakteri yang memiliki protein khusus yang dapat ditempeli protein virus. Menempelnya protein virus pada protein dinding sel bakteri itu sangat khas, mirip kunci dan gembok. Virus dapat menempel pada sel-sel tertentu yang diinginkan karena memiliki reseptor pada ujung-ujung serabut ekor. Setelah menempel, virus mengeluarkan enzim lisozim (enzim penghancur) sehingga terbentuk lubang pada dinding bakteri atau inang. b. *Fase injeksi* (penetrasi), selubung (seludang) sel berkontraksi yang mendorong inti ekor ke dalam sel melalui dinding dan membran sel, kemudian virus tersebut menginjeksikan DNA ke dalam sel bakteri. Namun demikian, seludang protein yang membentuk kepala dan ekor fage tetap tertinggal di luar sel. Setelah menginjeksi kemudian akan terlepas dan tidak berfungsi lagi.	**Daur Lisogenik** Pada daur ini juga mengalami fase yang sama dengan daur litik, yaitu melalui fase adsorbsi dan fase injeksi. Selanjutnya, akan mengalami fase-fase berikut. a. *Fase penggabungan*, karena DNA bakteri terinfeksi DNA virus, hal tersebut akan mengakibatkan benang ganda berpilin DNA bakteri menjadi putus, selanjutnya DNA virus menyisip di antara putusan dan menggabung dengan benang bakteri. Dengan demikian, bakteri yang terinfeksi akan memiliki DNA virus. b. *Fase pembelahan*, karena terjadi penggabungan, maka DNA virus menjadi satu dengan DNA bakteri dan DNA virus menjadi tidak aktif disebut profage. Dengan demikian, jika DNA bakteri melakukan replikasi, maka DNA virus yang tidak aktif (profage) juga ikut melakukan replikasi. Misalnya, apabila DNA bakteri membelah diri terbentuk dua sel bakteri, maka DNA virus juga identik membelah diri menjadi dua seperti DNA bakteri, begitu seterusnya.

Seperti pada gambar berikut ini:



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 3.9 fase injeksi
a. Penetrasi sel inang oleh bakteriofage
b. Seludang ekor memendek intinya menembus ke dalam sel, dalam DNA virus disuntikkan ke dalam sel

c. *Fase sintesis*, DNA virus yang telah diinjeksikan yang mengandung enzim lisozim ke dalam akan menghancurkan DNA bakteri, sehingga DNA virus yang berperan mengambil alih kehidupan. Kemudian DNA virus mereplikasi diri berulang-ulang dengan cara menggandakan diri dalam jumlah yang banyak, selanjutnya melakukan sintesis protein dari ribosom bakteri yang akan diubah manjadi bagian-bagian kapsid seperti kepala, ekor, dan serabut ekor.

d. *Fase perakitan*, bagian-bagian kapsid kepala, ekor, dan rambut ekor yang mula-mula terpisah selanjutnya dirakit menjadi kapsid virus kemudian DNA virus masuk ke dalamnya, maka terbentuklah tubuh virus yang utuh.

e. *Fase litik*, ketika perakitan telah selesai yang ditandai dengan terbentuknya tubuh virus baru yang utuh. Virus ini telah mengambil alih perlengkapan metabolik sel inang bakteri yang menyebabkan memuat asam nukleat virus dari pada asam nukleat bakteri. Setelah sekitar 20 menit dari infeksi awal sudah terbentuk 200 bakteriofage yang telah terakit dan sel bakteri itu pun meledak pecah (lisis) dan melepaskan fage-fage baru/virus akan keluar untuk mencari/menginfeksi bateri-bakteri lain sebagai inangnya, begitu seterusnya dan memulai lagi daur hidup tersebut.

Dengan demikian jumlah profage DNA virus akan mengikuti jumlah sel bakteri inangnya.

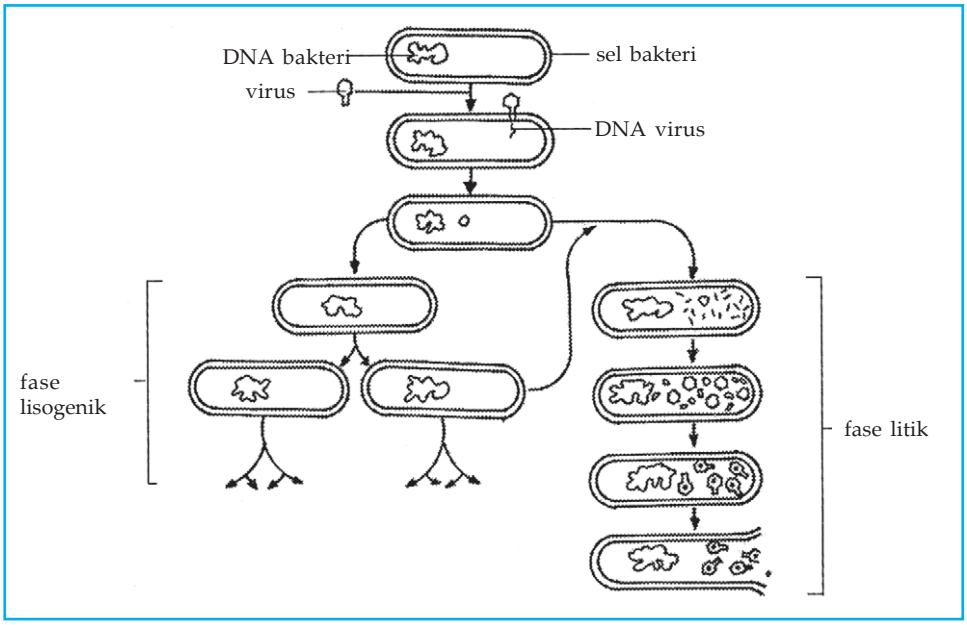
c. *Fase sintesis*, dalam keadaan tertentu jika DNA virus yang tidak aktif (profage) terkena zat kimia tertentu atau terkena radiasi tinggi, maka DNA virus akan menjadi aktif kemudian menghancurkan DNA bakteri dan memisahkan diri. Selanjutnya, DNA virus tersebut mensintesis protein sel bakteri (inangnya) untuk digunakan sebagai kapsid bagi virus-virus baru dan sekaligus melakukan replikasi diri menjadi banyak.

d. *Fase perakitan*: kapsid-kapsid dirakit menjadi kapsid virus yang utuh, yang berfungsi sebagai selubung virus. Kapsid baru virus terbentuk. Selanjutnya, DNA hasil replikasi masuk ke dalamnya guna membentuk virus-virus baru.

e. *Fase litik*, fase ini sama dengan daur litik.

Setelah terbentuk bakteri virus baru terjadilah lisis sel. Virus-virus yang, terbentuk berhamburan keluar sel bakteri guna menyerang bakteri baru. Dalam daur selanjutnya virus dapat mengalami daur litik atau lisogenik, demikian seterusnya.

Bagaimana hubungan antara fase litik dan lisogenik? Perhatikan Gambar 3.10 di bawah ini!



Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 3.10 Hubungan antara fase litik dan lisogenik pada virus

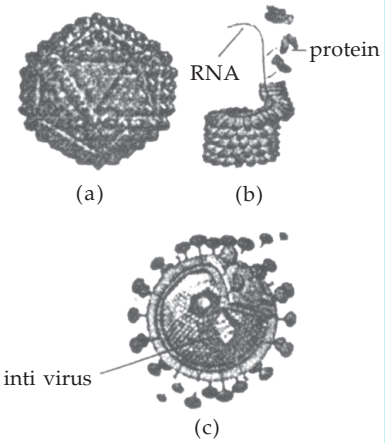
Gambar 3.10 memperlihatkan bahwa virus dalam keadaan lingkungan tertentu pada saat mengalami fase lisogenik dapat berpindah ke fase litik. Hal itu terjadi apabila virus fage menginfeksi bakteri, tetapi sel bakteri tersebut mempunyai daya tahan/daya imun yang kuat, maka virus tersebut tidak dapat bersifat *virulen* (virus menyebabkan lisis/pecah). Pada saat lingkungannya berubah dan menyebabkan daya tahan sel bakteri berkurang, maka keadaan lisogenik akan dapat berubah menjadi litik/lisis, sehingga profage akan berubah menjadi virulen. Dengan demikian, bakteri akan pecah (lisis) karena terbentuknya virus-virus baru.

D CARA-CARA REPRODUKSI VIRUS

Perlu Anda ketahui, untuk berkembang biak virus harus menginfeksi sel inang. Inang virus berupa makhluk lain, yaitu bakteri sel tumbuhan maupun sel hewan. Di dalam sel inang, virus ini akan "memerintahkan" sel inang untuk membentuk virus-virus baru. Jadi, virus dapat "memaksa" sel-sel inang untuk memproduksi virus-virus baru. Berdasarkan jenis asam nukleatnya, cara virus dalam memaksa sel-sel inang untuk membentuk virus-virus baru adalah sebagai berikut:

1. Virus dengan Asam Nukleat "DNA"

Anda sudah mengetahui virus yang menginfeksi sel inang DNA akan mengalami replikasi (penggandaan). Tahukah Anda DNA juga mengalami transkripsi membentuk mRNA (RNA duta). RNA duta (mRNA) akan mengalami translasi (penerjemahan) untuk menghasilkan protein selubung virus. Di dalam sel inang, DNA dan protein virus mengkonstruksi diri menjadi virus-virus baru, mRNA juga mentranslasi membentuk enzim penghancur yang akhirnya menghancurkan membran sel. Jadi, sel inang lisis (hancur) lalu virus-virus keluar dan siap menginfeksi sel inang yang baru. Contoh: virus herpes, bakteriofage, dan virus cacar.



Keanekaragaman asam nukleat virus
(a) Adenovirus, virus berinti DNA.
(b) TMV, virus berinti DNA.
(c) HIV-1, virus berinti RNA dengan enzim transkriptase balik (retrovirus)

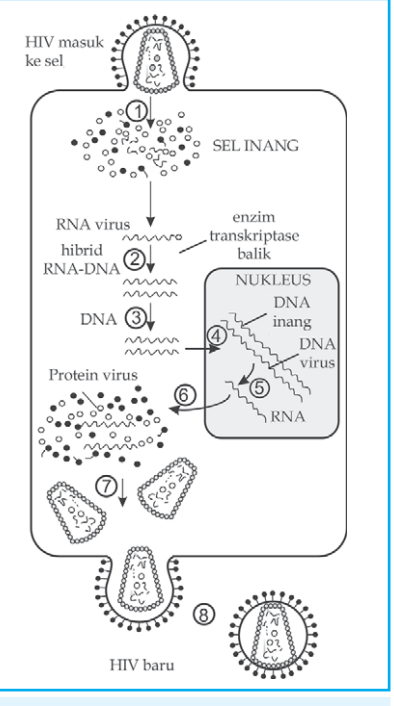
Sumber: Mikrobiologi 1, 2006

Gambar 3.11 Keanekaragaman asam nukleat virus

2. Virus dengan Asam Nukleat "RNA"

Amatilah Gambar 3.12! Gambar tersebut adalah virus HIV penyebab penyakit AIDS yang merupakan contoh dari virus RNA. Terlihat dari gambar bahwa RNA virus melakukan transkripsi balik membentuk hibrid RNA–DNA dan akhirnya terbentuk DNA virus. Selanjutnya, DNA virus (provirus) masuk ke dalam inti sel inang yang menyisip ke dalam DNA inang.

Dengan demikian, DNA mengandung DNA virus (provirus). Provirus ini akan membentuk RNA duta yang dikeluarkan dari inti. Perlu Anda ketahui, di dalam sitoplasma RNA virus membentuk protein virus yang pada akhirnya protein virus dan RNA virus dirakit membentuk HIV.



Sumber: Mikrobiologi 1, 2006

Gambar 3.12 Mekanisme infeksi HIV (Retrovirus)

E PERANAN VIRUS DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Coba amatilah keadaan lingkungan! Seperti yang kita lihat, virus kebanyakan bersifat merugikan karena jenis-jenis virus yang berbeda yang menginfeksi dan menyebabkan berbagai penyakit pada tumbuhan, hewan, dan manusia. Tetapi dengan kelebihannya, manusia dapat menemukan virus yang dapat dimanfaatkan. Berikut ini akan diuraikan contoh-contoh virus yang menguntungkan dan merugikan.

1. Virus yang Menguntungkan

Ingatlah kembali daur hidup virus pada fase lisogenik! Pada daur hidup itu terjadi penggabungan materi genetik virus dan bakteri, sehingga virus akan mengandung gen bakteri. DNA merupakan materi genetik yang membawa sifat suatu makhluk hidup. Apabila DNA berubah, maka sifatnya juga akan berubah. Dengan demikian, virus yang menginfeksi bakteri pertama akan memiliki sifat dari bakteri tersebut. Selanjutnya, apabila menginfeksi bakteri kedua, maka akan memiliki sifat yang terdapat pada virus bakteri pertama sekaligus sifat dari bakteri yang kedua, demikian seterusnya. Peristiwa itu dapat dimanfaatkan untuk kegiatan-kegiatan sebagai berikut.

a. Pembuatan Antitoksin

Para ahli memanfaatkan dengan menggabungkan sifat-sifat DNA yang menguntungkan antara virus dan gen lain sehingga sifat yang menguntungkan tersebut akan dimiliki oleh bakteri yang diinfeksi. Contohnya, DNA virus digabungkan dengan DNA manusia yang memiliki sifat antitoksin (pelawan racun/penyakit). Selanjutnya, virus tersebut diinfeksikan dengan sel bakteri sehingga sel bakteri ini memiliki sifat gen manusia, yaitu memiliki sifat antitoksin. Dengan demikian, bakteri yang semula tidak mempunyai sifat antitoksin sekarang sudah memiliki sifat antitoksin.

Apabila bakteri tersebut membelah terus menerus, berarti setiap sel bakteri memiliki sifat antitoksin dan selanjutnya dapat diberikan pada manusia. Contohnya, toksoid tetanus, toksin ini dapat disuntikkan pada manusia untuk mencegah penyakit tetanus. Toksin ini biasanya diberikan pada ibu hamil dan calon pengantin. Adapun bagi penderita tetanus akan diberikan ATS (Anti Tetanus Serum). Berdasarkan uraian tersebut, kesimpulan apakah yang Anda peroleh tentang virus? Pikirkan!

b. Untuk Melemahkan Bakteri

Apabila virus yang menginfeksi bakteri bersifat patogen, maka DNA virus yang masuk akan merusak DNA bakteri sehingga bakteri tersebut menjadi tidak berbahaya karena sifat patogennya telah rusak. Contohnya, bakteri difteri yang berbahaya akan berubah sifatnya jika di dalamnya tersambung oleh virus profage.

Perlu Diketahui

Metode pengobatan yang paling dianggap efektif adalah vaksinasi untuk merangsang kekebalan alami tubuh terhadap proses infeksi, sedangkan penggunaan antibiotik diantisipasikan untuk mengatasi gejala infeksi virus, yang sama sekali tidak mempunyai pengaruh terhadap kehidupan virus. Efek samping penggunaan antibiotik adalah resistensi bakteri terhadap antibiotik. Untuk itu diperlukan pemeriksaan lebih lanjut apakah suatu penyakit disebabkan oleh bakteri atau virus.

c. Untuk Memproduksi Vaksin

Anda tentu pernah mendapat vaksin untuk mencegah terserangnya tubuh dari beberapa jenis penyakit. Vaksin digunakan manusia untuk memperoleh kekebalan tubuh/antibodi. Vaksin ini sebenarnya merupakan bibit penyakit yang telah dilemahkan dan apabila menyerang manusia tidak akan berbahaya lagi. Untuk itulah diperlukan vaksin bagi tubuh kita. Jika ada penyakit yang menyerang manusia, maka tubuh telah memiliki kekebalan yang berasal dari antibodi bagi penyakit tersebut. Contohnya, vaksin cacar, polio, dan campak.

Agar pemahaman Anda tentang vaksin lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 2 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui jenis-jenis vaksin dan manfaatnya

Alat dan Bahan : Informasi atau berita tentang berbagai jenis vaksin dari beberapa sumber, seperti puskesmas, rumah sakit, rumah bersalin, atau narasumber lain, dan buku.

Cara Kerja :

1. Tanyakan dan carilah informasi macam-macam vaksin yang disuntikkan manusia dari rumah sakit, rumah bersalin, puskesmas, atau sumber lain, lalu catatlah pada buku tugas Anda.

2. Apa keuntungan diberikannya macam-macam vaksin tersebut?
3. Tanyakan pada umur berapa seseorang perlu memperoleh vaksin-vaksin tersebut?
4. Bagaimana bila vaksin tersebut terlambat diberikan, masihkah seseorang perlu divaksin?
5. Apakah ada kemungkinan terjadi penyakit lagi setelah seseorang divaksin, apabila terjadi apakah penyebabnya?
6. Berbahayakah bila seseorang tidak pernah mendapatkan vaksin?
7. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini?
8. Konsultasikan kesimpulan Anda itu dengan guru pengampu di kelas!
9. Bandingkanlah hasil kelompok Anda dengan kelompok lain!
10. Presentasikan di depan kelas!

Dari uraian dan kegiatan tersebut di atas, coba pikirkan perbedaan antara antitoksin dengan vaksin!

2. Virus yang Merugikan

Sebagian besar virus bersifat merugikan, yaitu dapat menimbulkan berbagai penyakit pada hewan, tumbuhan, maupun manusia.

Perlu Diketahui

Salah satu virus yang dianggap paling berbahaya adalah filovirus. Grup ini terdiri atas Masburg ditemukan di Jerman, tahun 1967 dan ebola.

Filovirus adalah virus berbentuk panjang seperti cacing, dalam jumlah yang besar tampak seperti sepiring mie. Pada April 2005 virus Masburg penyebarannya sampai di Angola. Sejak Oktober 2004 hingga 2005, kejadian ini menjadi epidemis terburuk di dalam kehidupan manusia.

a. Virus Penyebab Penyakit pada Manusia

Beberapa jenis penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus adalah sebagai berikut.

1) Influenza

Tentu Anda pernah menderita sakit flu. Apa yang Anda rasakan ketika terserang penyakit flu? Ada beberapa gejala penyakit flu, antara lain sakit kepala, batuk, demam, hidung tersumbat, dan terkadang selera makan hilang.

Apabila segera diobati, penyakit ini akan segera hilang, akan tetapi seseorang bisa terserang penyakit itu kembali. Jadi, penyakit influenza tidak menimbulkan kekebalan pada tubuh.

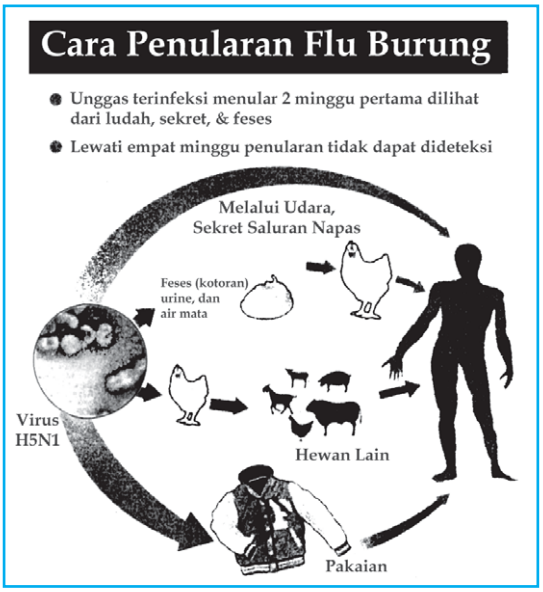
Penyakit tersebut dapat dicegah dengan meningkatkan daya tahan tubuh, antara lain dengan makan makanan yang bergizi, istirahat yang cukup, olahraga teratur, serta menjaga kebersihan badan dan lingkungan.

2) Virus Flu Burung

Carilah informasi tentang gejala-gejala orang yang terserang virus flu burung. Tahukah Anda, gejala flu burung pada manusia mirip dengan gejala flu biasa, hanya kenaikan suhu tubuh relatif lebih tinggi dibanding flu biasa. Gejala awalnya adalah terjadi kenaikan suhu tubuh yang tinggi hingga 39°C, tubuh panas, sakit tenggorokan, keluar lendir bening dari hidung, sesak napas, dan batuk. Jika tidak ditangani segera, maka akan mengalami penurunan kondisi tubuh sehingga menyebabkan radang paru-paru (*pneumonia*) dan kekebalan tubuh turun drastis. Bila kondisi tubuh sudah demikian, maka akan terjadi kematian. Penyebab flu burung adalah virus influenza tipe A yang berdiameter 90 – 120 nanometer. Virus ini termasuk dalam famili Orthomyxoviridae, genus influenza virus. Pada bagian luar virus terdapat tonjolan-tonjolan menyerupai jarum. Tonjolan Haemaglutinin (H) membuat virus memiliki kemampuan mengaglutinasi (menggumpalkan) eritrosit. Tonjolan yang lain mengandung enzim Nevtamidase (N) yang berhubungan dengan sistem saraf sehingga membuat virus memiliki kemampuan menyerang sistem saraf.

Tahukah Anda virus flu burung hidup dalam saluran pencernaan unggas, kemudian dapat menyerang berbagai sistem dalam tubuh unggas. Virus ini menyebar dalam tubuh melalui peredaran darah.

Virus *Avian influenza* umumnya menyerang unggas, tetapi dapat pula menyerang burung-burung lain bahkan ke hewan lain seperti babi, kucing, harimau, kuda, dan anjing laut.



Sumber: Mikrobiologi 2, 2006

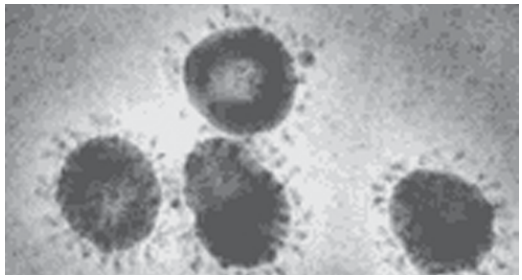
Gambar 3.13 Cara penularan flu burung

Cara mencegah meluasnya penularan flu burung ke manusia, yaitu dengan tindakan pemusnahan (depopulasi) terhadap unggas yang terinfeksi virus flu burung. Dari segi pengobatan, sementara orang-orang sering menggunakan "Tamiflu" obat untuk mengobati flu burung. Sebenarnya flu burung ini belum ada obatnya, dalam arti tidak ada obat

yang secara aktif dapat langsung menghancurkan virusnya. Cara yang paling efektif adalah pencegahan dengan jalan pemberian vaksin atau imunisasi.

3) Virus SARS

SARS singkatan dari *Severe Acute Respiratori Syndrome*, yaitu penyakit sindrom pernapasan akut yang menyebabkan terjadinya infeksi pada saluran pernapasan. Gejalanya mirip seperti flu, yaitu demam, batuk, radang tenggorokan, dan sesak napas. Gejala ini muncul 2 - 10 hari setelah terinfeksi. Virus SARS akan menyerang paru-paru sehingga jumlah sel darah putih menjadi berkurang.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 3.14 Virus SARS

Perlu Diketahui

Krisis SARS di Cina menyebabkan Menteri Kesehatan Zhang Wen Kang dan Walikota Beijing dipecat karena sikapnya yang tidak bertanggung jawab dan bertindak salah dalam mengatasi krisis.

4) Herpes Simplex

Penyakit herpes umumnya menyerang kulit. Ketika terserang penyakit ini, kulit terasa panas, gatal, memerah, perih, dan melepuh. Jika dibiarkan akan menyerang saraf kita.

Sebenarnya ada dua tipe herpes, tipe pertama adalah herpes yang menyerang pipi, hidung, mulut, dagu, dan hidung. Pada tipe ini, penularannya terjadi melalui handuk, ciuman, atau alat makan yang terkena cairan dari orang yang menderita penyakit. Penularan penyakit ini sangat cepat. Tipe kedua adalah herpes yang menyerang alat kelamin. Penyakit ini ditularkan melalui hubungan badan. Jika sudah terkena, harus segera mendapat pengobatan dari dokter.

5) Mata Memerah (Belek)

Gejala penyakit ini, antara lain mata meradang dan berwarna merah serta banyak mengeluarkan air mata dan kotoran. Apabila terserang penyakit ini, segeralah Anda pergi ke dokter untuk mendapat pengobatan.

6) Cacar

Virus ini menginfeksi tubuh melalui saluran pernapasan. Gejala awalnya antara lain demam, sakit kepala, sakit punggung, badan menggigil, dan lesu. Setelah beberapa hari akan terlihat bintik-bintik merah yang tengahnya

ditandai dengan titik hitam yang dimulai dari wajah dan menjalar ke seluruh tubuh. Setelah sembuh, penyakit ini akan meninggalkan bopeng pada bekas bintik-bintik tersebut.

Masa inkubasi virus berlangsung selama 12–16 hari. Penyebaran penyakit bisa melalui kontak langsung sehingga barang-barang yang sudah terkena virus tersebut dapat menularkannya. Penanggulangannya bisa diberikan vaksin cacar.

Apa perbedaan dengan cacar air? Cacar air yang terjadi pada anak-anak tidak begitu berbahaya, tetapi bila diderita orang dewasa bisa menyebabkan kematian. Gejalanya ditandai dengan demam, terbentuknya benjolan, kulit kering, dan luka tersebut tidak berbekas apabila telah sembuh. Masa inkubasinya berlangsung selama 14-16 hari. Virus ini berada di dalam saluran pernapasan dan bisa masuk ke aliran darah pada seluruh tubuh, terutama kulit.



Sumber: www.wikipedia.com.

Gambar 3.15
Penderita cacar

7) Polio

Di negara kita beberapa kali diadakan Pekan Imunisasi Nasional/PIN polio bagi anak balita. Tujuan pemberian imunisasi ini adalah untuk mencegah anak-anak balita dari serangan penyakit polio. Gejala penyakit ini antara lain demam, sakit kepala, sakit tenggorokan, mual, muntah, mengantuk, disertai tulang kaku pada leher dan tulang belakang.

Penyakit ini bisa menyebabkan kelumpuhan karena virus yang menyerang pada bagian selaput otak sehingga dapat merusak sel saraf yang berhubungan dengan serabut motor saraf tepi.

Masa inkubasinya berlangsung selama 7-14 hari dan penularannya melalui mulut dan makanan yang telah terkena virus itu.

8) Campak

Sama halnya dengan cacar, penyakit ini umumnya menyerang pada anak-anak. Gejalanya antara lain demam tinggi, batuk, mata pedih jika terkena cahaya, dan rasa ngilu di seluruh tubuh. Virus ini berkembang pada saluran pernapasan atas kemudian beredar ke seluruh tubuh, terutama pada kulit. Cara pencegahannya dengan pemberian imunisasi campak.

9) Hepatitis

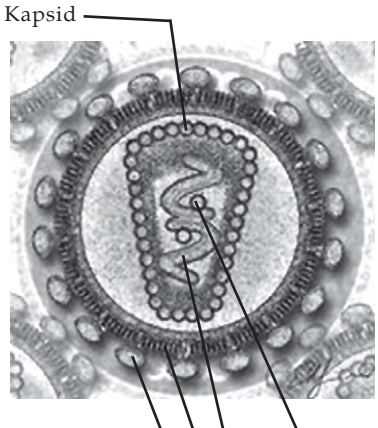
Organ tubuh yang diserang penyakit ini adalah hati. Seseorang yang menderita penyakit ini cairan darahnya bisa masuk ke dalam rongga perut, sehingga perut akan membesar. Tanda-tanda penyakit ini antara lain badan lemas, nafsu makan berkurang, biasanya kulit tubuh, mata, dan urin berwarna kuning.

Penularan penyakit ini melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi virus, melalui aliran darah, serta hubungan seksual. Penyakit ini dapat dicegah dengan pemberian vaksin hepatitis. Saat ini jenis penyakit hepatitis yang sudah dikenali antara lain hepatitis A, B, dan C. Manakah di antara ketiga jenis penyakit tersebut yang paling banyak menimbulkan kematian? Coba carilah informasinya! Saat ini telah ditemukan vaksin untuk menangkalnya agar tidak terserang. Ikutlah program imunisasi hepatitis dan hindarilah makan dan minum dan tempat yang tidak higienis!

10) Gondong

Penyakit ini ditandai dengan membesarnya/membengkaknya kelenjar di bawah telinga selama 18-21 hari. Virus yang menyerang adalah virus RNA yang menyerang otak, kelenjar paratiroid, dan kelenjar pankreas. Apabila sudah terkena penyakit ini maka penderita akan mempunyai kekebalan terhadap penyakit tersebut. Penularan penyakit ini terjadi melalui hidung dan mulut.

11) Kanker dan AIDS



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 3.16 Virus HIV

Penyakit kanker dan AIDS tergolong penyakit yang mematikan karena sampai saat ini belum ditemukan pengobatan yang sempurna untuk penyakit ini.

Virus kanker ini akan menginfeksi penderita dan terus menerus akan membelah, sedangkan pada AIDS menyebabkan penderita akan kehilangan sistem kekebalan tubuh karena virus HIV menyerang sel-sel darah putih.

Tanda-tanda orang yang terinfeksi virus HIV ini tidak begitu jelas, penderita hanya merasa sering sakit-sakitan dan tidak segera sembuh walaupun sudah diobati. Perhatikan bentuk virus HIV pada Gambar 3.16!

Penularan virus HIV terjadi melalui transfusi darah, jarum suntik, dan hubungan seksual. Beberapa cara yang dapat kita lakukan agar terhindar dari tertularnya virus HIV, antara lain tidak melakukan hubungan seks di luar nikah, mengindari pemakaian jarum suntik secara bergantian (misalnya pada pecandu obat-obatan terlarang), dan menghindari donor darah dari orang yang terinfeksi virus HIV.

12) Demam Berdarah (DB)

Anda pasti sudah mengetahui bahwa penyakit ini ditularkan melalui nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus demam berdarah, yaitu jenis *dengue*. Seseorang yang terserang demam berdarah dan tidak segera tertolong sangat berbahaya karena bisa mengakibatkan kematian sebab virus *dengue* bisa merusak trombosit sehingga jumlahnya lama-kelamaan akan menurun.

Gejala-gejala penyakit ini, antara lain demam disertai panas tinggi 39–40°C, muntah-muntah, bercak-bercak merah, dan bila sampai pada stadium lanjut menyebabkan terjadinya perdarahan.

b. Virus Penyebab Penyakit pada Hewan dan Tanaman

1) Rabies (Anjing Gila)

Virus rabies akan menginfeksi hewan yang berdarah panas seperti anjing, kucing, monyet, serigala, dan sebagainya. Kita bisa terinfeksi virus rabies melalui gigitan atau kontak dengan air liur hewan yang terinfeksi virus tersebut. Gejala orang yang menderita rabies pada umumnya orang tersebut takut dengan air (hidrofobi), demam, sakit kepala, dan lesu.

2) Virus Kuku dan Mulut

Pada umumnya virus ini menyerang hewan ternak sapi dan kerbau. Tanda-tandanya hewan tidak mau makan dan tidak bisa berjalan (lumpuh).

3) Virus Tetelo (Sampar Ayam)

Ayam yang terinfeksi virus tetelo akan mengalami gejala tersedak-sedak dan mencret sampai menyebabkan kematian. Jika sembuh, ayam akan kehilangan keseimbangan yang ditandai dengan kepalanya tertekuk dan berputar-putar.

4) Virus Tumbuhan

Jenis virus yang menyerang tanaman antara lain virus *mozaik*. Virus ini biasanya menyerang tanaman tembakau, kentang, dan tomat. Tanaman yang terserang virus mozaik akan menampakkan tanda-tanda bercak-bercak kuning pada daunnya. Penularan virus ini terjadi melalui serangga.

Virus lain yang menyerang tanaman adalah virus tungro yang menyerang tanaman padi. Tanaman padi yang terserang virus tungro akan menjadi kerdil karena pertumbuhannya terhambat. Penularan virus ini terjadi melalui serangga (wereng).

Berdasarkan uraian tersebut, coba simpulkan perbandingan virus yang bersifat merugikan dan menguntungkan. Diskusikan hasilnya dengan teman-teman sekelas Anda!

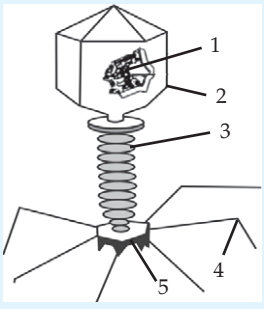
RANGKUMAN

1. Virus dikenal sebagai "*The Invisible Kingdom*", yaitu sebagai kerajaan yang tak dapat diamati dengan mata telanjang dan sangat banyak jumlahnya.
2. Virus merupakan garis batas antara hidup dan tak hidup, apabila di dalam sel hidup maka sebagai makhluk hidup, tetapi jika berada di luar sel hidup sebagai makhluk tak hidup.
3. Virus adalah parasit yang tidak mempunyai sel dan mempunyai materi genetik DNA atau RNA, ukurannya sangat mikroskopik sekitar 20–30 nm.
4. Virus mempunyai struktur sederhana, tidak mempunyai kapsid selubung/protein pelindung, pembungkus (*envelope*), kapsomer (pembungkus yang dibangun oleh subunit yang sama), dan kapsid (gabungan kapsomer).
5. Ada tiga jenis virus, yaitu virus bakteri (*bakteriofage*), virus hewan dan virus tumbuhan.
6. Tubuh bakteriofage tersusun atas kepala, ekor, dan serabut ekor.
7. Cara menginfeksi bakteri dengan cara litik (virulen) dan lisogenik (tenang).
8. Daur litik meliputi fase adsorbsi (penempelan), fase injeksi (penetrasi), fase sintesis, fase perakitan, dan fase litik.
9. Daur lisogenik mengalami fase-fase, yaitu penggabungan, fase tenang/lisogenik, dan fase litik.

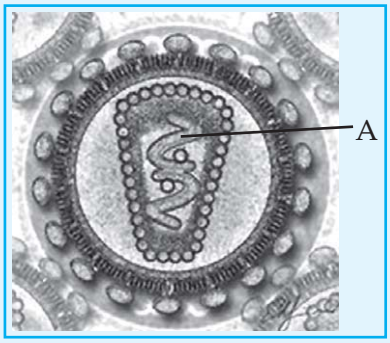
10. Peranan virus dalam kehidupan manusia.
 a. Virus yang menguntungkan dapat dibuat sebagai antitoksin, untuk melemahkan bakteri, untuk pembuatan vaksin.
 b. Virus yang merugikan, antara lain virus influenza, SARS, belek, polio, campak, hepatitis, gondong, dan AIDS.
11. Virus penyebab penyakit hewan dan tumbuhan, misalnya rabies, virus kuku dan mulut, tetelo, dan TMV.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

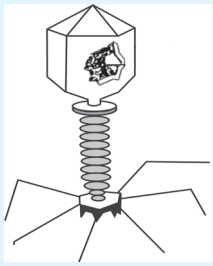
1. Virus dianggap sebagai makhluk hidup karena memiliki ciri
 a. dapat menyerang manusia
 b. dapat bergerak
 c. dapat berkembang biak dalam sel hidup
 d. dapat menularkan penyakit
 e. dapat dikristalkan
2. Selubung virus tersusun dari
 a. virion
 b. protein
 c. lemak
 d. karbohidrat
 e. vitamin
3. Bakteriofage adalah virus yang menyerang
 a. bakteri
 b. tumbuhan
 c. hewan
 d. manusia
 e. serangga
4. 

 Perhatikan gambar di samping!
 Kapsid ditunjukkan nomor
 a. 1
 b. 2
 c. 3
 d. 4
 e. 5

5. Kultur yang paling sesuai untuk pembiakan virus adalah
 a. medium agar
 b. embrio tikus
 c. kaldu steril
 d. garam fisiologis yang steril
 e. embrio ayam hidup
6. Tahap-tahap daur litik yang benar adalah
 a. adsorpsi – injeksi – litik – perakitan – sintesis
 b. adsorpsi – perakitan – sintesis – litik – injeksi
 c. adsorpsi – injeksi – sintesis – perakitan – litik
 d. adsorpsi – injeksi – sintesis – litik – perakitan
 e. adsorbsi – sintesis – injeksi – perakitan – litik
7. Fase yang tidak terdapat pada daur litik adalah
 a. sintesis
 b. perakitan
 c. injeksi
 d. penggabungan
 e. adsorbsi
8. Virus yang mempunyai asam nukleat RNA adalah virus
 a. HIV
 b. cacar
 c. hepatitis
 d. influenza
 e. herpes
9. Virus flu burung merupakan jenis virus yang sangat membahayakan manusia karena menyerang
 a. sistem saraf dan kulit
 b. sistem peredaran darah
 c. sistem peredaran darah dan pernapasan
 d. sistem peredaran darah dan sistem saraf
 e. sistem pernapasan dan sistem saraf
10. 

Perhatikan gambar struktur virus!
Virus tersebut adalah virus HIV, bagian yang bertanda nomor A adalah
 a. kapsid
 b. RNA
 c. glikoprotein
 d. lapisan lemak
 e. enzim

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini di buku tugas Anda!

1. Virus digolongkan sebagai peralihan antara makhluk tak hidup ke makhluk hidup.
 a. Mengapa demikian? Berikan alasan Anda!
 b. Apa ciri-ciri virus?
2. 
 Perhatikan gambar di samping!
 a. Sebutkan nama dan bentuk virus tersebut!
 b. Lengkapi masing-masing bagiannya dan jelaskan!
3. Reproduksi virus, yaitu dengan cara proliferasi dibedakan menjadi fase litik dan lisogenik.
 a. Sebutkan urutan dari masing-masing fase itu!
 b. Jelaskan perbedaan dari masing-masing fase!
4. Bagaimana cara yang paling baik untuk metode pengobatan bila tubuh terkena virus, jelaskan dan beri alasan Anda!
5. Sebutkan peranan virus yang menguntungkan manusia dan berikan contoh-contoh penyakit yang disebabkan oleh virus pada manusia, hewan, dan tumbuhan!
6. Mengapa virus bukanlah sebagai sel? Berilah alasannya?
7. Bagaimana cara penularan AIDS? Jelaskan!
8. Jelaskan cara hidup virus?
9. Gambarkan struktur umum bentuk virus. Berilah keterangannya!
10. Bagaimana tindakan Anda jika terkena penyakit flu?

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Belum lama ini, muncul penyakit baru yaitu penyakit "SARS". Hampir seluruh negara-negara terkena penyakit ini.
 a. Apakah penyebab penyakit ini?
 b. Apa tanda-tanda penyakit ini sehingga dapat menyebabkan kematian?
 c. Bagaimana cara mencegah negara kita tertular penyakit ini?
2. Penyakit "flu burung" yang berjangkit di beberapa negara, akhir-akhir ini banyak memakan korban.
 a. Apa tanda-tanda penyakit ini?
 b. Bagaimana cara pencegahan yang efektif agar tidak tertular penyakit ini?
 c. Bagaimana cara untuk menghindari dan mengobati penyakit ini?
 d. Apakah sudah ada obatnya yang bisa untuk mengobati penyakit tersebut?
 e. Apakah ada kemungkinan penyakit ini terjangkit kembali?
3. Di suatu daerah terjadi wabah demam berdarah yang menyebabkan beberapa warga meninggal dunia. Dari kasus ini, tindakan apa yang harus dilakukan agar wabah ini tidak menyebar?

BAB 4 BAKTERI

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang bakteri. Dengan mempelajari materi ini diharapkan Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri Eubacteria dan Archaeobacteria sehingga Anda dapat mengetahui peranannya bagi kehidupan.

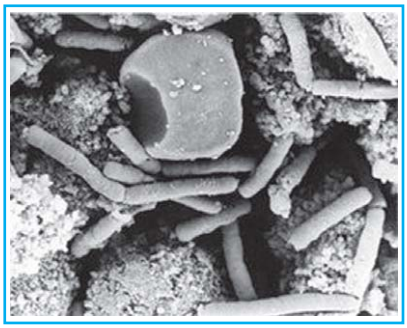
Di negara Indonesia belum lama ini terjangkit penyakit antraks yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kematian. Masyarakat menjadi takut memakan daging sapi karena penularannya melalui daging tersebut.

Tahukah Anda antraks adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang bernama *Bacillus anthracis* yang bersifat akut. Perhatikan Gambar 4.1 berikut!

Kita harus bersyukur kepada Tuhan manusia diberi pengetahuan mengenai antraks, meski pengetahuan ini masih terbatas. Pengetahuan tentang antraks tidak terlepas dari jasa peneliti di masa lalu yaitu berkat kerja keras seorang bakteriologi dari Jerman bernama **Robert Koch** (1843 – 1910).

Kata Kunci

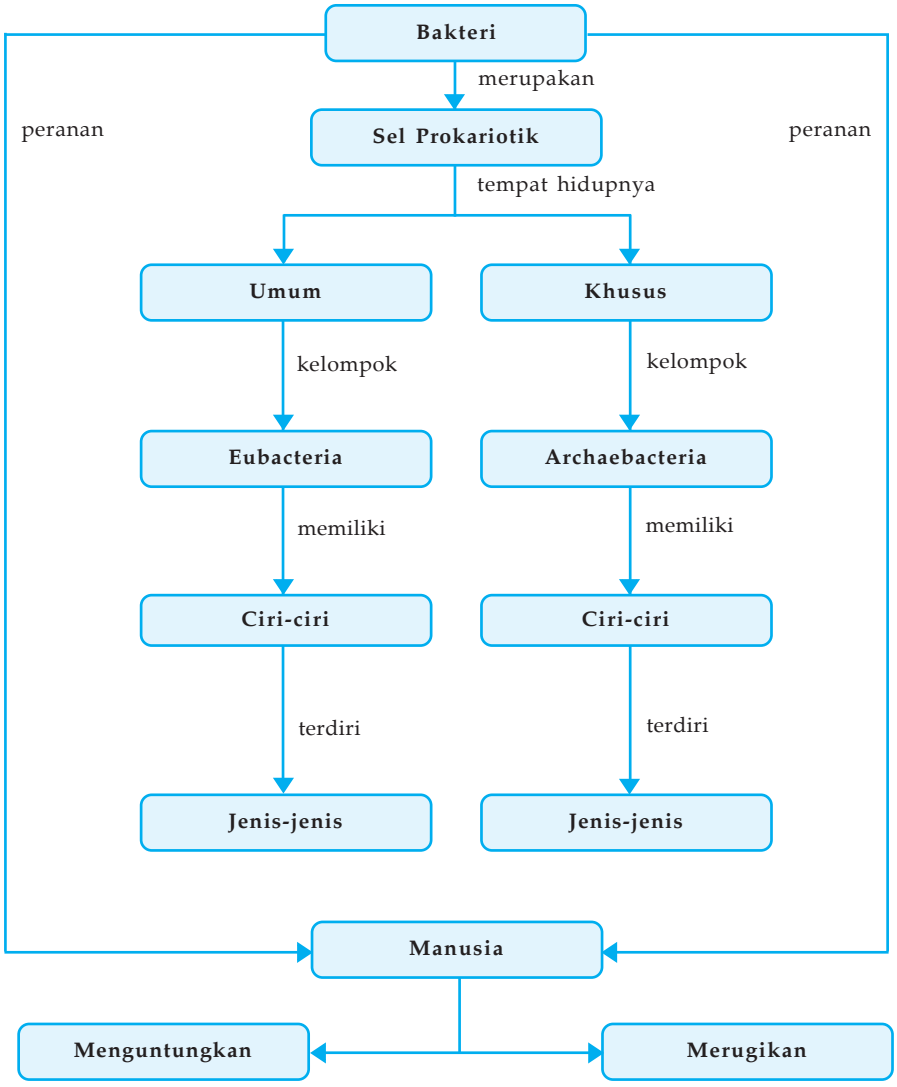
- bakteri
- prokariot
- kapsul
- pili
- flagela
- eubacteria
- methanobacteria
- archaebacteria
- endospora
- plasmid
- holobacteria
- thermoasinofil



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 4.1 Bakteri antraks

PETA KONSEP


Bakteri
merupakan
peranan
Sel Prokariotik
peranan
tempat hidupnya
Umum
Khusus
kelompok
kelompok
Eubacteria
Archaebacteria
memiliki
memiliki
Ciri-ciri
Ciri-ciri
terdiri
terdiri
Jenis-jenis
Jenis-jenis
Manusia
Menguntungkan
Merugikan

A RUANG LINGKUP BAKTERI

Bila kita mendengarkan kata "bakteri" tentu kita berpikir merupakan sesuatu yang menyebabkan penyakit. Pikiran yang demikian ini tidak sepenuhnya benar karena dari sekian banyak bakteri hanya 1% saja yang bersifat patogen (penyebab penyakit), sedangkan 90% sangat bermanfaat. Apa sebenarnya bakteri itu?

Bakteri merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran sangat kecil, yaitu bersel tunggal sehingga untuk melihatnya harus menggunakan bantuan mikroskop. Bakteri termasuk golongan *mikroba* (jasad renik). Penyebaran kehidupan bakteri di alam sangat luas yang dapat ditemukan di dalam tanah, air, udara, bahkan dapat dijumpai pada organisme, baik yang masih hidup maupun yang telah mati.



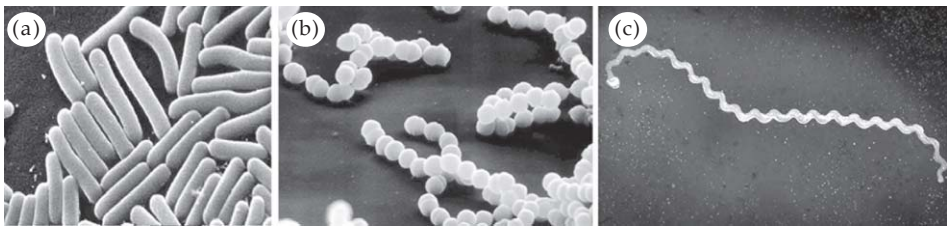
Sumber: Jendela Iptek Kehidupan, 2000

Gambar 4.2
Antonie Van Leuwenhook

Antonie Van Leuwenhook (1632 –1723) adalah seorang berkebangsaan Belanda, yang pertama kali berhasil melihat makhluk-makhluk kecil yang dinamakan *animalkulus* yang saat ini dikenal sebagai bakteri. Istilah *bakteri* berasal dari kata *bakterion* yang artinya batang kecil. Karena jasa beliau, maka sekarang ini kita dapat mempelajari lebih mendalam tentang bakteri.

1. Bentuk dan Ukuran Bakteri

Perhatikan bentuk-bentuk bakteri pada Gambar 4.3 berikut!



Keterangan gambar
a. basilus b. coccus c. spiral

Sumber: www.abdnn.ac dan Encarta

Gambar 4.3 Berbagai ragam bentuk bakteri

Bakteri merupakan makhluk yang mempunyai sel *prokariot*, yaitu selnya belum mempunyai membran inti. Dia bersel tunggal dan umumnya tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat *heterotrof,* ada yang bersifat saprofit atau parasit, yaitu tidak bisa membuat makanan sendiri. Ada pula bakteri yang bersifat *autotrof* karena memiliki klorofil sehingga dapat membuat makanan sendiri, misalnya bakteri hijau dan bakteri ungu.

Untuk mendapatkan energi, bakteri harus melakukan respirasi (pernapasan). Ada bakteri yang membutuhkan oksigen bebas di udara, sering disebut bakteri *aerobik*, misalnya *Nitrosomonas* yang mampu memecahkan gula menjadi air, CO_2, dan energi. Adapun bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas, misalnya bakteri asam susu.

Jika Anda amati Gambar 4.3, bahwa bentuk bakteri beraneka ragam, ada yang berbentuk bola atau peluru (*kokus*), seperti batang (*bacillus)*, bengkok seperti koma/sekrup (*vibrio*), dan spiral (*heliks*). Sel-sel tersebut biasanya berkoloni/berkelompok dan mengalami perubahan bentuk, contohnya:

a. *diplokokus,* yaitu bakteri kokus berkelompok dua-dua;
b. *streptokokus,* selnya berbaris berantai;
c. *stapilokokus,* berkelompok seperti anggur;
d. *sarcina,* berbentuk bulat seperti kubus berkelompok delapan.

Adapun contoh bakteri yang berbentuk batang adalah:

a. *diplobasil,* berbentuk batang bergandengan dua-dua,
b. *streptobasil,* membentuk rantai memanjang.

Bentuk bakteri sering digunakan sebagai salah satu dasar untuk identifikasi bakteri. Karena ukuran bakteri sangat kecil, yaitu hanya beberapa mikron (μ) yang setara dengan 0,001 mm dari yang terkecil kira-kira 1/10 μ – 100 μ maka untuk melihatnya harus menggunakan alat bantu mikroskop.

Untuk mengetahui bentuk bakteri yang sebenarnya, lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengetahui bentuk bakteri

Alat dan Bahan :

1. Mikroskop
2. Kaca objek dan penutup objek
3. Jarum inokulasi
4. Pembakar spirtus
5. Kapas
6. Alkohol
7. Nasi basi
8. Kentang busuk

9. Metilen blue atau tinta cina
10. Charta sel bakteri
11. Tusuk gigi
12. Kotoran gigi
13. Pipet

Cara Kerja :

1. Siapkan nasi basi, kentang busuk, dan kotoran yang berasal dari gigi, kemudian siapkan juga 3 gelas objek dan penutupnya, lalu bersihkan dengan alkohol menggunakan kapas.
2. Sterilkan jarum inokulasi dengan memanaskannya di atas pembakar spirtus.
3. Ambillah kotoran gigi dengan tusuk gigi, serta kentang busuk dan nasi basi dengan menggunakan jarum inokulasi yang steril.
4. Oleskan secara merata di atas kaca preparat yang sebelumnya telah ditetesi air kemudian ratakan bahan itu setipis-tipisnya, lalu keringkan di atas nyala api spirtus.
5. Teteskan metilen blue atau tinta cina, keringkan selama sekitar 2 menit.
6. Cucilah dengan air agar pewarna tersebut hilang.
7. Keringkan dengan cara diangin-anginkan.
8. Amatilah di bawah mikroskop, mulai dari perbesaran lemah sampai perbesaran kuat.
9. Gambarlah bentuk-bentuk bakteri yang dapat Anda temukan dan bandingkan dengan charta sel bakteri ke dalam tabel pengamatan.

Koloni Bakteri	Gambar	Pengamatan Koloni			Keterangan
		Jumlah	Warna	Bentuk	
Kotoran gigi					
Kentang busuk					
Nasi basi					

Pertanyaan:

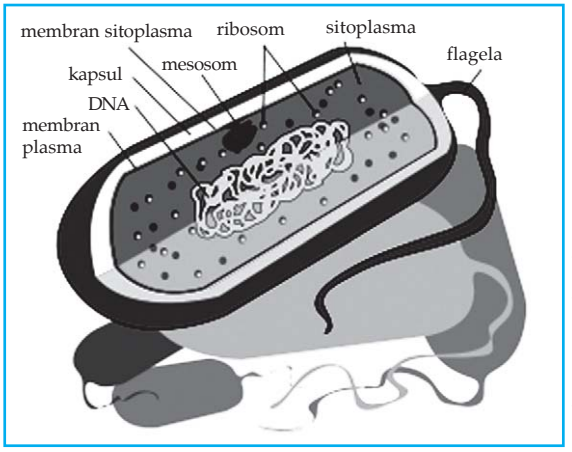
Jawablah dengan cara mendiskusikannya dengan teman Anda!

1. Ada berapa macam bentuk bakteri yang berasal dari kotoran gigi, kentang busuk, dan nasi basi?

2. Bagaimana susunan dari masing-masing bahan tersebut?
3. Bandingkan hasil pengamatan Anda dengan charta sel bakteri yang tersedia! Berdasarkan bentuknya, termasuk golongan apa bakteri yang Anda temukan itu?

2. Struktur Sel Bakteri

Setelah mengetahui bentuk-bentuk bakteri, apakah Anda sudah mengetahui pula bentuk sel sebenarnya dari bakteri? Untuk mengetahuinya diperlukan mikroskop elektron, perhatikan Gambar 4.4 berikut!



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 4.4 Struktur sel bakteri

Dengan melihat Gambar 4.4 tersebut, dapat diamati bahwa stuktur sel bakteri masih sangat sederhana yang tersusun atas dinding sel dan isi sel. Permukaan paling luar dilindungi oleh kapsul berupa lapisan lendir yang juga berfungsi sebagai cadangan makanan. Akan tetapi untuk bakteri penyebab penyakit, kapsul ini berfungsi untuk menginfeksi inangnya (*daya virulensi*). Adapun pada lapisan di dalamnya terdapat dinding sel yang sangat kaku sehingga bisa memberikan bentuk dari bakteri itu sendiri, juga berfungsi untuk melindungi isi sel. Dinding sel ini tidak mengandung selulosa, tetapi tersusun dari hemiselulosa dan senyawa pektin yang mengandung nitrogen dan lebih mendekati sel hewan dibandingkan sel tumbuhan.

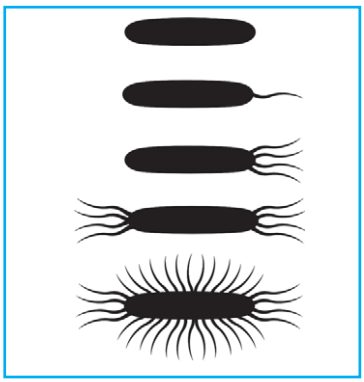
Berdasarkan dinding selnya, bakteri dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri *gram positif* (jika timbul warna apabila diwarnai dengan tinta) dan bakteri *gram negatif* (tidak menimbulkan warna apabila diwarnai dengan tinta).

a. Struktur Utama di Luar Dinding Sel

Struktur utama di luar dinding adalah *flagela*, *pili*, dan *kapsul*. Apa yang Anda ketahui dari ketiganya?

1) Flagelum (jamak: Flagela)

Bentuk flagela seperti rambut yang teramat tipis, mencuat menembus dinding sel, fungsinya untuk pergerakan pada sel bakteri. Flagela terdiri atas tiga bagian, yaitu tubuh dasar, struktur seperti kait, dan sehelai filamen panjang di luar dinding sel. Panjangnya beberapa kali lebih panjang dari selnya, tetapi diameternya jauh lebih kecil dari diameter selnya.



Sumber: Ilustrasi Haryo

Gambar 4.5 Macam-macam flagelum

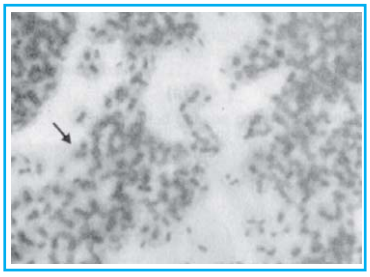
Perlu Anda ketahui ada beberapa bakteri yang tidak memiliki flagelum yang disebut atrik. Berdasarkan letak dan jumlahnya, terdapat empat macam bakteri, yaitu monotorik, (memiliki satu flagelum pada salah satu ujung sel bakteri), *lopotrik* (memiliki dua/lebih flagela pada salah satu ujung sel bakteri), *amfitrik* (memiliki dua/lebih flagela di kedua ujung sel bakteri), dan *peritrik* (memiliki flagela di seluruh permukaan sel bakteri). Perhatikan Gambar 4.5 dan bandingkan bentuknya!

2) Pili (Fimbriae)

Bentuknya seperti filamen, tetapi bukan flagela, banyak terdapat pada bakteri gram negatif. Ukurannya lebih kecil, lebih pendek, dan lebih banyak dari flagela. Pili ini tidak berfungsi untuk pergerakan, tetapi berfungsi sebagai pintu gerbang masuknya bahan genetik selama berlangsungnya perkawinan antarbakteri.

Selain itu, pili juga mempunyai fungsi lain, yaitu sebagai alat untuk melekatkan pada berbagai permukaan jaringan hewan atau tumbuhan yang merupakan nutriennya. Contohnya, *Sex pilus*.

3) Kapsul



Sumber: www.fujita-hu.ac.jp

Gambar 4.6
Bakteri berkapsul pada *Klebsiella pneumoniae*

Kapsul merupakan suatu bahan kental berupa lapisan lendir. Ukurannya dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya. Kapsul bakteri mempunyai arti penting bagi bakteri maupun organisme lain. Bagi bakteri, kapsul merupakan penutup/pelindung dan juga sebagai gudang makanan cadangan. Selain itu, dapat pula menambah kemampuan bakteri untuk menginfeksi. Perhatikan Gambar 4.6 dan pelajarilah!

b. Struktur di Sebelah Dalam Dinding Sel

Struktur paling umum yang terdapat di dalam dinding sel bakteri adalah sebagai berikut.

1) Membran Sitoplasma

Membran ini amatlah penting karena berfungsi mengendalikan keluar masuknya substansi kimiawi dalam larutan sel, yaitu mampu mengambil dan menahan nutrien seperti gula, asam amino, mineral, dalam jumlah yang sesuai dan membuang kelebihan nutrien atau produk-produk buangannya. Selain itu, juga berfungsi sebagai tempat perlekatan flagelum. Membran sitoplasma merupakan membran plasma yang membungkus sitoplasma beserta isinya. Bagaimana jika membran ini pecah atau rusak? Apakah sel bakteri akan mati? Coba Anda pikirkan bersama teman-teman satu kelas!

2) Mesosom

Apabila membran sitoplasma mengalami pelipatan ke arah dalam/ *invaginasi*, maka akan menghasilkan suatu struktur yang disebut *mesosom*. Mesosom ini selalu bersambungan dengan membran sitoplasma. Diduga mesosom bisa berfungsi dalam sintesis dinding sel dan pembelahan nukleus.

3) Sitoplasma dan Struktur-Struktur di Dalamnya

Sitoplasma merupakan cairan yang bersifat koloid dan berisi semua zat yang diperlukan untuk kehidupan sel. Bahan sel yang dikandungnya antara lain seperti berikut.

a) *Daerah sitoplasma,* berisi partikel-partikel RNA protein (ribosom). Ribosom ini merupakan biosintesis protein, dijumpai pada semua sel, baik eukariotik/prokariotik.

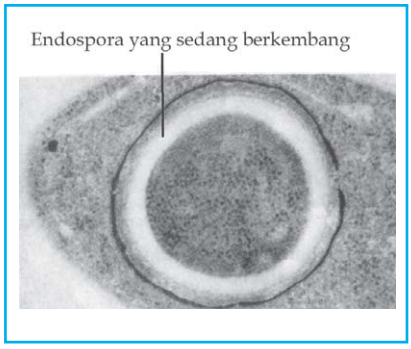
b) *Daerah nukleus,* bahan nukleus/DNA di dalam sel bakteri menempati posisi dekat pusat sel dan terikat pada mesosom sitoplasma. Bahan ini sebagai alat genetik yang terdiri atas kromosom.

c) *Bagian zat alir,* mengandung nutrien terlarut yang terbentuk sebagai tubuh inklusi. Pada bagian tubuh ini terdiri atas lipid, glikogen, polifosfat, dan pati. Jika materi-materi ini menumpuk maka akan membentuk granul/ globul di dalam sitoplasma. Contohnya, bakteri *Thiobacillus thioparus* yang menumpuk sejumlah besar sulfur yang tampak seperti granul.

4) Plasmid dan Endospora

Pada umumnya bakteri memiliki plasmid berbentuk seperti cincin yang terdapat di dalam sitoplasma. Fungsinya untuk pertahanan sel bakteri terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Sama halnya dengan plasmid

dalam keadaan lingkungan yang jelek, bakteri tersebut akan membentuk endospora. Endospora ini sebenarnya adalah spora/struktur yang berdinding tebal, pembentukannya terjadi di dalam sel bakteri. Endospora ini tahan terhadap panas dengan batas sekitar 120° C. Jika kondisi telah membaik, maka endospora akan bisa tumbuh menjadi bakteri seperti semula. Perhatikan bentuk plasmid dan endospora pada Gambar 4.7 dan 4.8 berikut!



Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 4.7 Plasmid dan endospora dalam sel bakteri



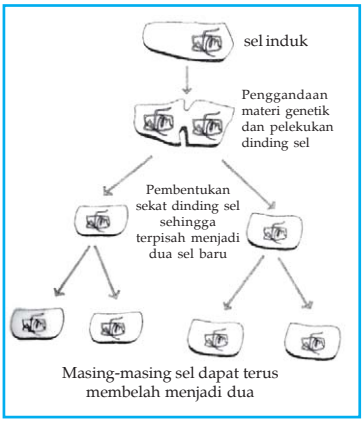
(a) *Clostridium* (b) *Bacillus*

Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 4.8 *Clostridium* dan *Bacillus* yang sedang membentuk endospora

3. Perkembangbiakan Bakteri

Bakteri juga digolongkan sebagai makhluk hidup. Coba ingatlah kembali ciri-ciri makhluk hidup untuk melestarikan jenisnya! Untuk melestarikan jenisnya, bakteri bisa berkembang biak dengan cara aseksual, yaitu dengan membelah diri dan seksual, yaitu secara konjugasi. Cara-cara perkembangbiakan bakteri adalah sebagai berikut.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 4.9
Pembelahan biner pada bakteri

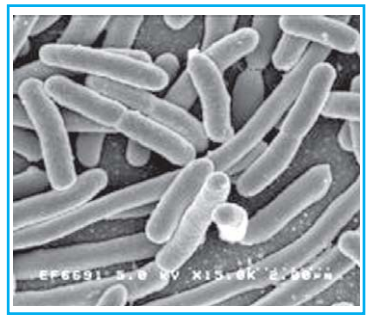
a. Pembelahan Sel (Biner)

Pelajarilah Gambar 4.9 berikut ini! Proses reproduksi yang paling umum dilakukan oleh bakteri adalah pembelahan biner melintang. Setelah pembentukan dinding sel melintang, maka satu sel tunggal membelah menjadi dua sel anak. Dua sel anak ini mempunyai bentuk dan ukuran yang sama dan akan tumbuh menjadi dewasa, seperti tampak pada Gambar 4.9. Pembelahan ini merupakan pembelahan secara langsung, artinya tidak melalui beberapa tahap. Proses ini berlangsung sangat cepat, setiap 20 menit membelah menjadi dua.

Coba Anda bayangkan, dalam satu hari berapa jumlah bakteri yang dihasilkan? Selanjutnya, dapat pula Anda bayangkan jumlah bakteri dalam seminggu, sebulan, dan seterusnya. Tentu jumlah bakteri akan sangat banyak. Dengan kemungkinan banyaknya jumlah bakteri bila terus terjadi perkembangbiakan, maka perlu upaya untuk mengendalikan perkembangbiakan bakteri tersebut. Apa yang terjadi di dunia ini bila tidak ada yang mengendalikan perkembangbiakan bakteri tersebut? Faktor-faktor apa saja yang dapat mengendalikannya? Diskusikan bersama teman Anda!

b. Konjugasi

Konjugasi merupakan cara reproduksi bakteri secara seksual. Hal ini dapat terjadi bila dua bakteri berdekatan yang memunculkan saluran sehingga bisa saling berhubungan. Dengan demikian, maka materi genetik bisa berpindah dari satu sel ke sel lain beserta sitoplasmanya, seperti terlihat pada Gambar 4.10.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 4.10
Konjugasi pada *Escherichia coli*

Sampai saat ini para ahli belum dapat menentukan jenis kelamin bakteri, tetapi suatu penelitian pernah mengatakan bahwa yang memberikan DNA ke sel bakteri lain disebut sebagai "pejantan", demikian sebaliknya jika yang menerima disebut sebagai "betina". Setelah terjadi konjugasi, selanjutnya yang betina akan mengadakan pembelahan biner dan demikian seterusnya. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa reproduksi secara generatif tejadi melalui tiga tahap, yaitu:

1) transformasi (pemindahan satu gen/DNA bakteri ke sel bakteri lain);
2) konjugasi;
3) terinduksi (proses pemindahan materi genetik melalui perantaraan/ infeksi virus).

B JENIS-JENIS BAKTERI

Pengklasifikasian bakteri masih belum memuaskan karena kurangnya diferensiasi morfologi sehingga tidak mudah untuk mengklasifikasikan bakteri. Tidak mengherankan jika dijumpai cara penggolongan bakteri berdasarkan sifat fisiologi yang melahirkan nama-nama bakteri nitrogen, bakteri belerang, dan sebagainya.

Salah satu klasifikasi yang dianut dalam taksonomi adalah penggolongan berdasarkan tempat hidupnya yang dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu sebagai berikut.

1. Eubacteria

Eubacteria merupakan bakteri pada umumnya, yaitu bakteri yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti yang telah kita pelajari di depan. Berikut ini beberapa jenis contoh Eubacteria.

a. Ordo Eubacteriales

Ciri-ciri dari ordo ini adalah sel-selnya berbentuk bulat atau batang yang lurus dan terpisah-pisah. Kadang-kadang membentuk koloni berupa rantai. Alat geraknya berupa flagel yang peritrik atau tidak bergerak.

Bangsa ini meliputi berbagai famili, antara lain sebagai berikut.

1) Azetobacteraceae

Ciri-cirinya adalah sel-selnya berbentuk jorong atau batang yang mirip dengan sel-sel khamir. Dia hidup bebas di dalam tanah dan merupakan penambat nitrogen. Contohnya, *Azetobacter chroococcum, Azetobacter indicus,* dan *Azetobacter agilis*.

Famili Azetobacteraceae ini sangat bermanfaat bagi kehidupan kita, misalnya karena dia penambat nitrogen di udara, maka bakteri ini menambat gas (N_2) yang ada dalam udara untuk dijadikan senyawa-senyawa yang diperlukan oleh tanaman dengan cara bersimbiosis dengan tumbuhan. Caranya bakteri menyediakan nitrat yang dibutuhkan tumbuhan dan tumbuhan menyediakan bahan makanan yang diperlukan bakteri. Dengan demikian, tumbuhan akan menjadi lebih subur karena tidak semua nitrogen dapat disediakan di dalam tanah.

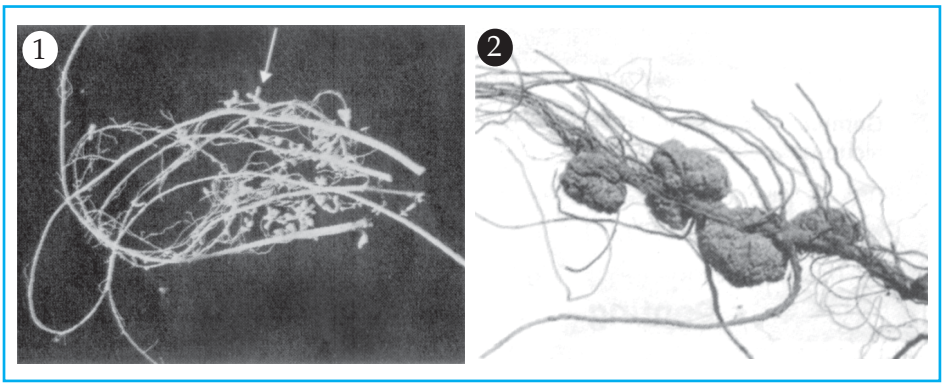
Bakteri-bakteri penambat N_2 udara ada yang hidup bebas di dalam tanah, misalnya *Azetobacter chroococcum*.

2) Rhizobiaceae

Ciri-ciri dari famili bakteri ini adalah sel-selnya berbentuk batang, kadang-kadang bercabang, seringkali bersimbiosis dengan Leguminosae dan membentuk bintil-bintil pada akarnya, serta dapat menambat nitrogen. Beberapa contoh simbiosis antara bakteri dengan tumbuhan, antara lain:

a) *Rhizobium leguminosarum*, membentuk bintil-bintil pada akar tanaman kacang-kacangan;
b) *Rhizobium japonicum,* pada kedelai;
c) *Rhizobium phaseoli,* bersimbiosis dengan anggota-anggota marga *Phaseoulus.*

Ketiga bakteri tersebut dapat dimanfaatkan untuk menyuburkan tanaman, sama seperti pada Azetobacter. Tetapi ada juga bakteri dari famili ini yang bersifat merugikan, yaitu *Agrobacterium tumefaciens* yang menimbulkan pembengkakan pada akar pohon-pohonan.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 4.11 (1) *Rhizobium* (2) *Agrobacterium tumefaciens*

Agar Anda lebih jelas mengamati bakteri bintil akar, lakukanlah Kegiatan Kelompok 2 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui bentuk bakteri bintil akar

Alat dan Bahan :

1. Mikroskop
2. Metilen blue/tinta cina
3. Air
4. Bintil kacang tanah
5. Kaca benda dan penutupnya

Cara Kerja :

1. Carilah kacang tanah yang ada bintil akarnya, lalu cucilah dan sayatlah bintil itu dengan menggunakan pisau setipis mungkin.
2. Letakkan hasil sayatan tersebut pada kaca benda, urutkan cara kerjanya seperti Anda melihat bentuk-bentuk bakteri pada kegiatan 1, kemudian warnailah.
3. Amatilah sayatan tersebut di bawah mikroskop, bandingkan dengan gambar yang ada di buku Anda.
4. Diskusikanlah ada berapa macamkah bentuk bakteri yang Anda peroleh? Bandingkan hasilnya dengan kelompok lain!
5. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini?
6. Presentasikan di depan kelas!

3) Enterobacteriaceae

Bakteri golongan ini seringkali terdapat dalam saluran pernapasan dan saluran kencing Vertebrata. Bakteri ini hidup bebas dan juga bersifat patogen, menimbulkan fermentasi anaerobik pada glukosa, kadang-kadang laktosa. Contohnya sebagai berikut.

a) *Escherichia coli*, terdapat dalam usus manusia dan vertebrata lainnya. Apa peranan dari bakteri ini? Bakteri ini sangat berguna sekali bagi kehidupan manusia karena dapat membusukkan makanan dari sisa pencernaan, dapat membentuk vitamin K pada saat terjadi pembekuan darah, serta dapat menghasilan vitamin B_{12}. Cobalah pikirkan apabila bakteri ini tidak ada di dalam tubuh kita! Apa yang akan terjadi di dalam tubuh kita?

b) *Salmonella typhosa, Salmonella paratyphi,* bakteri ini bersifat "patogen" yang menyebabkan penyakit tipus dan paratipus.

c) *Shigella dysenteriae,* bakteri ini merupakan penyebab penyakit disentri.

4) Micrococcaceae

Sel-sel bakteri ini berbentuk seperti peluru, terdapat dalam koloni tetrade, kubus dengan masa tidak beraturan. Contohnya:

a) *Sarcinalutea*, *Sarcina aurantiaca.*

b) *Micrococcus denitrificans,* menimbulkan proses denitrifikasi.

c) *Staphylococcus aureus,* bersifat patogen, yaitu dapat menimbulkan berbagai penyakit.

5) Neisseriaceae

Ciri-ciri dari famili bakteri ini adalah sel-selnya berbentuk peluru, seringkali berpasangan. Contoh dari bakteri ini adalah sebagai berikut.

a) *Neisseria gonnorrhoeae,(Micrococcus gonnorrhoe)* penyebab penyakit kelamin kencing nanah yang dikenal dengan nama "raja singa".

b) *Neisseria meningitis,* penyebab penyakit meningitis.

c) *Veillonella parvula*, dalam mulut dan saluran pencernaan makanan manusia dan hewan.

6) Lactobacillaceae

Ciri-ciri bakteri ini berbentuk peluru/batang yang dapat menimbulkan fermentasi asam laktat. Contohnya :

a) *Lactobacillus caucasicus,* dengan khamir dapat dibuat "yoghurt".

b) *Streptococcus pyogenes,* dapat menimbulkan nanah dan keracunan darah bila menginfeksi tubuh manusia.

c) *Diplococcus pneumoniae,* menyebabkan penyakit pneumonia (radang paru-paru).

Yoghurt adalah minuman yang memiliki gizi cukup tinggi. Pernahkah Anda minum yoghurt? Lakukan Kegiatan Kelompok 3 untuk mengetahui cara-cara pembuatan yoghurt!

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Mengetahui cara-cara membuat yoghurt

Alat dan Bahan :

1. Susu murni segar 5 liter
2. Tepung 5 gram
3. Botol
4. Stater yoghurt 3%
5. Inkubator

Cara Kerja :

1. Sediakan dan takarlah 0,25 liter susu, kemudian campurkan dengan 5 gram tepung dan aduk sampai merata.
2. Didihkan susu lagi yaitu sebanyak 4,75 liter lalu tambahkan campuran tepung dan susu tadi dan biarkan dalam keadaan mendidih selama 15 menit.
3. Selanjutnya, dinginkan sampai suhunya mencapai 37°C dan tambahkan stater yoghurt sambil diaduk pelan dan kemudian disaring.
4. Hasil saringan tersebut atau filtratnya kemudian dimasukkan ke dalam botol dan simpanlah di dalam inkubator pada suhu 45° C selama 4 jam.
5. Selanjutnya simpanlah dalam lemari es.
6. Selesailah pembuatan yoghurt yang siap disantap atau dipanaskan.

Catatan: stater yoghurt ini dapat dibuat dari yoghurt yang sudah jadi dengan cara menyimpannya dalam suhu kamar selama 3 hari. Satu gelas yoghurt cukup untuk 60–70 liter susu, sangat cocok ditinjau dari segi ekonomis.

7) Bacillaceae

Sel-sel dari bakteri ini berbentuk batang, dapat menghasilkan endospora dalam keadaan lingkungan yang jelek. Contohnya:

a) *Bacillus subtilis,* bakteri penghasil basitrains;

b) *Bacillus anthracis,* penyebab penyakit antraks;

c) *Bacillus polymixa,* penghasil polimiksin;

d) *Closteridium pasteurianum,* bakteri anaerob yang dapat menambat nitrogen.

Pernahkah Anda mendengar tentang penyakit antraks? Antraks biasa ditularkan pada manusia karena disebabkan pengeksposan pekerjaan kepada hewan yang sakit atau hasil ternak seperti kulit dan daging atau memakan daging hewan yang tertular antraks. Selain itu, penularan dapat terjadi apabila seseorang menghirup spora dari produk hewan yang sakit, misalnya kulit/bulu yang dikeringkan.

Penyakit antraks termasuk penyakit menular. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Bacillus anthracis*. Pertama kali penyakit ini menyerang hewan ternak sejenis herbivora, seperti sapi, kambing, dan lain-lain. Infeksi penyakit terjadi melalui luka pada kulit, pernapasan, dan usus pencernaan. Manusia dapat tertular penyakit ini dengan perantara daging hewan yang dimakannya apabila hewan itu terserang penyakit antraks. Bakteri ini berkembang biak dengan membentuk spora dan dapat bertahan hidup di dalam tanah selama 70 tahun dan bisa menjadi sumber penularan pada hewan dan manusia, karena spora tersebut dapat diterbangkan oleh angin atau aliran air yang kemudian dapat mencemari apa saja.

Jenis penyakit antraks ada empat, yaitu sebagai berikut.

(1) Antraks otak, terbawa darah yang masuk ke otak dengan gejalanya berupa sakit kepala dan kejang otak.

(2) Antraks kulit, masa inkubasinya berlangsung sekitar 2-5 hari. Gejalanya ditandai dengan rasa gatal pada kulit. Selanjutnya, kulit akan melepuh dan jika pecah akan terbentuk keropeng hitam di tengahnya, kulit di sekitarnya akan membengkak dan terasa nyeri, serta terjadi bentuk borok.

(3) Antraks usus, ditandai dengan rasa mual, pusing, muntah, tidak nafsu makan, suhu badan meningkat, buang air besar berwarna hitam, sakit perut yang melilit, dan akhirnya bisa muntah darah.

(4) Antraks paru-paru, tanda-tandanya adalah batuk dan sesak napas.

Perlu Diketahui

Antraks bermakna "batu bara" dalam bahasa Yunani. Istilah ini digunakan karena kulit para penderita penyakit ini akan berubah hitam. Penyakit Antraks tidak mungkin menular dari manusia kepada manusia.

Daging hewan yang terserang penyakit antraks mempunyai ciri-ciri berwarna hitam, berlendir, dan berbau.

Karena berbahayanya penyakit antraks ini, maka perlu upaya pencegahan menularnya penyakit ini. Hewan yang terserang antraks biasanya langsung mati. Untuk mencegah penyebarannya, hewan itu harus segera dibakar atau dikubur dan jangan sampai dilukai karena bila dilukai bakteri ini akan menyebar. Penyakit ini dapat dicegah dengan pemberian vaksin antraks pada hewan ternak.

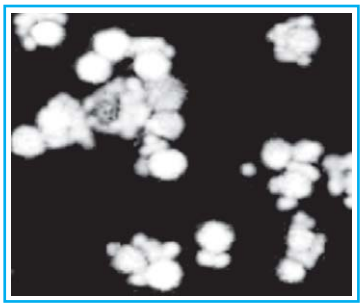
b. Ordo Actinomycetes

Sel-sel Actinomycetes memanjang mirip hifa cendawan, cenderung membentuk percabangan. Ada beberapa famili, yaitu:

1) Mycobacteriaceae, sel-selnya tidak membentuk miselium.
 Contoh: *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit tuberculosis/TBC.
 M. lepra, penyebab penyakit kusta.
2) Actinomycetaceae, membentuk miselium dan spora terbentuk dalam fragmen-fragmen miselium.
3) Streptomycetaceae, membentuk miselium dan miselium vegetatif tidak terbagi-bagi.
 Contoh: *Streptomyces aureofaciens*, menghasilkan aureomisin.
 S. grisens, menghasilkan streptomisin.

2. Archaebacteria

Bakteri ini sangat berbeda dengan bakteri pada umumnya, karena beberapa di antaranya memiliki sifat-sifat yang dapat memungkinkan menjadi salah satu penyebab bentuk-bentuk kehidupan pertama di bumi ini. Untuk itulah dinamakan "Archaebacteria" (bahasa Yunani *archaio* berarti kuno).



Sumber: www.science.nasa.gov

Gambar 4.12 Bakteri Arhaebacteria

Bakteri ini menyerupai bakteri lainnya. Ciri-cirinya antara lain prokariota, (ingatlah kembali ciri-ciri prokariot, yaitu tidak mempunyai nukleus, memiliki dinding sel, tetapi tidak terbuat dari peptidoglikan). Alat pembuat proteinnya, yaitu RNA mirip yang terdapat pada eukariota yang diracuni oleh toksin difteria sehingga RNA dan ribosom sangat berbeda, jadi RNA-nya sangat berbeda dengan bakteri umumnya.

Para peneliti sudah menemukan beberapa jenis Archaebacteria, di antaranya seperti berikut.

a. *Metanobacteria*, merupakan kelompok bakteri yang luas penyebarannya. Bakteri ini bersifat *hemoautotrof*, yaitu proses metabolismenya menghasilkan metana dari reaksi karbon dioksida dan hidrogen. Reaksinya adalah:

$$\underset{\text{hidrogen}}{4H_2} + \underset{\text{karbon dioksida}}{CO_2} \longrightarrow \underset{\text{metana}}{CH_4} + \underset{\text{air}}{2H_2O}.$$

Bakteri ini juga tidak memerlukan oksigen (*anaerob*), dapat bertahan hidup, dan diduga telah ada di dalam bumi sejak awal. Sekarang ini mereka hidup di tepi rawa, payau metana, atau gas rawa. Mereka juga

bisa hidup di rumen sapi yang ada di lambung sapi karena terdapat hidrogen dan karbon dioksida yang dihasilkan oleh mikroorganisme lain yang hidup di sapi.

Jenis methanogenik yang hidup di laut mendapatkan makanan bakteri dari bahan organisme yang tenggelam di dasar laut. Ada juga beberapa jenis ini yang bersimbiosis dengan air panas pada suhu 110°C. Bakteri ini dapat bertahan hidup pada suhu yang tinggi karena struktur selnya yang meliputi DNA, protein dan membrannya telah beradaptasi. Suhu optimumnya untuk tumbuh dengan baik, yaitu 98°C dan akan mati di bawah 84°C.

b. Jenis Archaebacteria *Halobacterium* habitatnya di Laut Mati dan Great Salt Lake (berkadar garam tinggi), yang habitatnya sangat asin sekali. Beberapa jenis bakteri ini mempunyai klorofil ungu yang disebut bakteri orhodopsin, sehingga mampu melakukan fotosintesis.

c. Jenis Archaebacteria *Thermoplasma* (kelompok thermoasidofil) yang ditemukan dalam air asam dari mata air belerang yang panas. Bakteri ini dapat mengoksidasi sulfur. Banyak ditemukan di lubang vulkanik, kawah vulkanik dan mata air bersulfat seperti di Yellow Stone, Amerika.

Para peneliti sudah berusaha meneliti secara lebih mendalam terhadap semua jenis Archaebacteria dengan membiakkannya di laboratorium, tetapi ternyata bakteri ini sangat sukar dikembangbiakkan. Dengan demikian sangat susah untuk mengetahui lebih mendalam bakteri ini. Oleh sebab itu, dapat dikatakan jenis bakteri ini sangat berbeda dengan bakteri lain, yaitu merupakan bakteri sejati tetapi bersifat eukariota.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 4.13 Tempat ditemukannya Archaebacteria

TUGAS KELOMPOK

Jenis tugas : Studi Pustaka

Untuk memperluas pengetahuan Anda tentang Archaebacteria, coba lakukanlah kegiatan mengumpulkan informasi tentang bakteri jenis Archaebacteria dari sumber-sumber seperti TV, perpustakaan, buku, koran, atau bahkan dari internet!

Buatlah laporan dari kegiatan ini! Konsultasikan hasilnya pada guru pengampu!

Setelah Anda mempelajari tentang *Eubacteria* dan *Archaebacteria*, perbedaan dan persamaan apa yang Anda peroleh dari keduanya? Bandingkan dengan tabel di bawah ini!

Tabel 4.1 Perbedaan *Eubacteria* dan *Archaebacteria*

No	Ciri-Ciri	Eubacteria	Archaebacteria
A.	**Persamaan**		
	1. Jumlah sel	Unisel	Unisel
	2. Dinding sel	Ada	Ada
	3. Organel sel (mitokondria, lisosom, retikulum endoplasma)	Tidak ada	Tidak ada
	4. Gerak	Tidak aktif	Tidak aktif
	5. Inti	Prokariotik	Prokariotik
B.	**Perbedaan**		
	1. Cara hidup	Heterotrof dan autotrof	Heterotrof
	2. Zat penyusun dinding sel	Selulosa (peptidoglikan)/ asam amino dan asam glutamat	Selulosa dan lipid
C.	**Tipe nutrisi**		
	1. Klorofil	Absortif dan asimilasi ada	Absortif tidak ada
	2. Contoh	- *Azotobacter* - *Rhizobium* - *Enterobacter* - *Micrococcus* - *Sarcina* - *Neisseria* - *Lactobaccilus* - *Bacilus* - *Mycobacterium tuberculosis* - *Actinomycetes bovis* - dan sebagainya	- *Metanobacterium* (kelompok metanogen) - *Halobacterium* (kelompok halofil) - *Thermoplasma* (kelompok thermoasidofil)

C PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Tahukah Anda dalam kehidupan manusia bakteri ada yang menguntungkan namun ada pula yang merugikan. Bakteri yang menguntungkan, yaitu bakteri yang sering digunakan dalam industri atau proses dalam pengubahan suatu zat. Sedangkan bakteri yang merugikan, yaitu hidupnya bersifat parasit pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Berikut ini beberapa contoh bakteri yang bersifat menguntungkan dan merugikan.

1. Peranan yang Menguntungkan/Apatogen

Contoh-contoh dari bakteri yang menguntungkan adalah sebagai berikut:

a. Bakteri penghasil antibiotik yang berguna bagi manusia, (ordo bakteri Actinomycetes)

Perhatikan Tabel 4.2!

Tabel 4.2 Bakteri Penghasil Antibiotik

No.	Nama Bakteri	Hasil Antibiotik
1.	*Streptomyces griseus*	streptomicin
2.	*Streptomyces rimosus*	teramisin
3.	*Streptomyces venezuelae*	chloracimphenicol/kloromisitin
4.	*Streptomyces aureofaciens*	aureomisin
5.	*Bacillus polymixa*	polimiksin
6.	*Bacillus subtilis*	basitrasin
7.	*Bacillus brevis terotrisin.*	terotrisin

b. Bakteri yang bermanfaat dalam produksi bahan makanan

Tabel 4.3 Bakteri yang Dimanfaatkan dalam Bahan Makanan

No.	Nama Produk/ Makanan	Bahan Baku	Jenis Bakteri yang Berperan
1.	Yakult	Susu	*Lactobacillus casei*
2.	Yoghurt/susu asam	Susu	*Lactobacillus bulgaricus*
3.	Nata de coco (kolang-kaling buatan)	Sari air kelapa	*Acetobacter xylinum*
4.	Mentega	Susu	*Streptococcuslactis*
5.	Asam cuka	Alkohol	*Acetobacter*
6.	Terasi	Ikan	*Loctobacillus* sp.
7.	Asinan buah-buahan	Buah-buahan	*Loctobacillus* sp.
8.	Asam butirat	-	*Clostridium bitricum*
9.	Asam propionat	-	*Propioni bactericum*

Perlu Anda ketahui kelompok Archaebacteria mempunyai peranan dalam proses pembusukan sampah, kotoran hewan, sehingga menghasilkan energi alternatif metana berupa biogas. Contohnya, *Metano bacterium*.

Apakah Anda ingin mencoba sesuatu makanan hasil dari jenis bakteri? Untuk itu lakukan Kegiatan Kelompok 4 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengetahui cara pembuatan *nata de coco* (sari kelapa)

Alat dan Bahan:

1. Panci
2. Kompor
3. Pengaduk
4. Penyaring
5. Plastik/botol
6. Pisau
7. Stoples
8. Air kelapa
9. Bibit
10. Cuka
11. Essense
12. Gula pasir
13. Natrium benzoat
14. Nanas

Cara Kerja:

1. Siapkanlah nanas yang telah dikupas dan bersihkan, lalu potonglah kecil-kecil dan hancurkan dengan blender seperti membuat juice.
2. Selanjutnya, saring hasil jus itu sehingga tinggal ampasnya, pastikan sari nanas sudah betul-betul terpisah dari ampasnya.
3. Campurkan sari nanas, air, dan gula dengan perbandingan 6 : 3 : 1, sehingga tercampur merata.
4. Setelah itu, masukkan ke dalam botol, lalu tutuplah rapat-rapat dan biarkan selama 2-3 minggu sampai terbentuk lapisan yang putih di atas campuran tersebut.
5. Apabila sudah terbentuk lapisan putih, inilah yang disebut koloni *Azetobacter xylinum* yang merupakan bibit pembuatan sari kelapa.
6. Langkah selanjutnya lakukan pada 1 liter air kelapa yang telah disaring kemudian panaskan sampai mendidih dan tambahkan 70-75 gram gula pasir.
7. Setelah selesai, biarkan sampai dingin, lalu tambahkan cuka hingga pH-nya mencapai 4 – 5, lalu masukkan ke dalam stoples yang steril.
8. Masukkan bibit/stater bakteri yang telah Anda buat ke dalam stoples, kemudian tutuplah secara rapat, biarkan selama 2 minggu. Pembuatan nata de coco telah selesai.

2. Peranan yang Merugikan/Patogen

Contoh beberapa bakteri yang merugikan manusia adalah:

a. Bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia.

Tabel 4.4 Bakteri Penyebab Penyakit pada Manusia

No.	Nama Bakteri	Penyakit	Bentuk	Tempat Infeksi
1.	*Clostridium tetani*	Tetanus	Batang	Otot
2.	*Diplococcus pneumonia*	Pneumonia (paru)	Bola	Paru
3.	*Mycobacterium tuberculosis*	TBC	Batang	Paru
4.	*Mycobacterium leprae*	Lepra	Batang	Kulit
5.	*Neisseria gonorrhoe*	Rajasinga	Spiral	Alat kelamin
6.	*Pasteurella pestis*	Pes/sampar	Batang	Kelenjar darah
7.	*Salmonella typhosa*	Tipus	Batang	Usus halus
8.	*Shigella dysentriae*	Disentri	Batang	Kelenjar darah
9.	*Treponema pallidum*	Sifilis	Spiral	Alat kelamin
10.	*Vibrio comma*	Kolera	Koma	Usus halus

b. Bakteri yang menyebabkan penyakit pada hewan ternak.

Tabel 4.5 Bakteri Penyebab Penyakit pada Hewan

No.	Nama Bakteri	Penyakit
1.	*Actinomyces bovis*	Bengkak rahang pada sapi
2.	*Bacillus anthracis*	Penyakit anthraks pada ternak
3.	*Streptococcus agalactia*	Radang payudara sapi
4.	*Cytophaga columnaris*	Penyakit pada ikan

c. Bakteri yang merusak bahan makanan

1) *Acetobacter*, mengubah etanol (alkohol) menjadi asam cuka sehingga merugikan perusahaan anggur.
2) *Pseudomonas cocovenans*, membentuk asam bongkrek (racun) dari tempe bongkrek.
3) *Clostridium botulinum*, penghasil racun makanan dan asam butirat.

d. Bakteri yang merusak pada tanaman.

Tabel 4.6 Bakteri Penyebab Penyakit pada Tanaman

No.	Nama Bakteri	Penyakit
1.	*Xanthomonas oryzae*	Menyerang pucuk batang padi.
2.	*Xanthomonas campestris*	Menyerang tanaman kubis.
3.	*Pseudomonas solenacearum*	Penyakit layu pada terung-terungan.
4.	*Erwinia amylovora*	Penyakit bonyok pada buah-buahan.

Tahukah Anda kelompok Archaebacteria yang merugikan, yaitu penyebab kerusakan makanan yang diawetkan dengan garam?

D PENANGGULANGAN TERHADAP BAKTERI YANG MERUGIKAN

Cobalah Anda amati keadaan sekitar! Bakteri yang merugikan manusia adalah bakteri yang dapat merusak makanan dan menimbulkan penyakit, seperti yang Anda pelajari di atas. Bagaimana caranya untuk menanggulangi bakteri yang merugikan ini?

1. Pengawetan Makanan

Pengawetan makanan merupakan salah satu usaha membuat kondisi makanan tidak mudah rusak oleh bakteri karena bakteri yang masuk ke dalam makanan tidak dapat tumbuh. Tahukah Anda mikroorganisme tidak dapat timbul pada lingkungan yang berkadar garam tinggi, di daerah kadar gula tinggi, kadar asam, kadar air rendah, dan suhu yang rendah. Bagaimanakah caranya menyawetkan makanan? Contoh pengawetan makanan adalah dengan cara pemanisan, pengeringan, pengasapan, pengasinan, pendinginan, pengasaman, dan diberi bahan pengawet makanan, yaitu asam benzoat. Coba Anda berikan contoh makanan hasil dari pengawetan makanan tersebut? Ingatlah hindari pengawetan makanan dengan diberi formalin asam boraks! Seperti yang telah kita ketahui di Indonesia belum lama ini terjadi kasus keracunan makanan dengan pemberian formalin.

2. Pengolahan Makanan

Pengolahan makanan dapat dilakukan dengan cara pemanasan. Bentuk pemanasan dapat berupa pasteurisasi. Pasteurisasi adalah bentuk pemanasan susu sampai 70°C agar susu tidak terurai dan mudah dicerna. Susu ini dapat bertahan 12 jam dari bakteri patogen, misalnya *Salmonella* dan *Mycobacterium*. Selain itu, dapat juga untuk mepertahankan rasa dan aroma.

Sterilisasi berasal dari kata steril yang berarti bebas mikroorganisme. Sterilisasi merupakan pengolahan makanan dengan cara pemanasan menggunakan udara panas atau uap air panas yang bertekanan tinggi. Alat yang digunakan adalah oven atau autoklaf. Sterilisasi ini ada dua macam, yaitu sterilisasi alat dan bahan makanan. Sterilisasi biasa dilakukan pada industri makanan dan minuman. Contohnya, makanan dan minuman kaleng.

3. Manjaga Kebersihan dan Kesehatan Diri serta Lingkungan

Cara hidup yang sehat adalah selalu tetap menjaga kebersihan dan kesehatan diri dengan lingkungan. Bagaimana cara agar terhindar dari berbagai penyakit? Upaya untuk menjaga kebersihan dan kesehatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

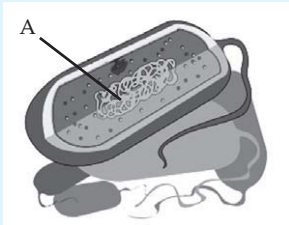
a. Selalu menjaga badan yaitu dengan cara mandi teratur, dan mencuci tangan sebelum makan.
b. Olahraga dengan teratur.
c. Makan makanan bergizi.
d. Istirahat yang cukup.
e. Menjaga kebersihan lingkungan.
f. Imunisasi.

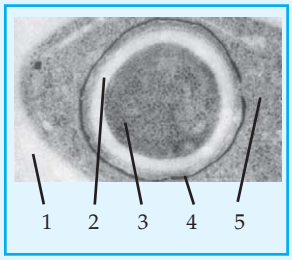
RANGKUMAN

1. Bakteri merupakan salah satu dari kerajaan kelompok makhluk hidup yang sangat kecil.
2. Bakteri merupakan makhluk yang mempunyai sel prokariot dan bersifat heterotrof, saprofit, autotrof, dan parasit. Bakteri mempunyai beberapa macam bentuk, yaitu seperti bola (*coccus*), batang (*bacillus*), bengkok seperti koma (*vibrio*), dan spiral (*heliks*). Sel-sel bakteri ada yang berkelompok/berkoloni.
3. Struktur sel bakteri tersusun sangat sederhana, yaitu dinding sel dan isi sel. Struktur di luar dinding sel adalah ada yang mempunyai flagela, pili, dan kapsul. Sedangkan struktur di sebelah dalam dinding sel (isi sel) umumnya mempunyai membran sitoplasma, mesosom, sitoplasma, dan struktur-struktur di dalamnya serta mempunyai plasmid dan endospora.
4. Berdasarkan pewarnaan dinding sel ada 2 macam, yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.
5. Cara reproduksi bakteri ada dua, yaitu dengan pembelahan sel dan konjugasi.
6. Jenis-jenis bakteri berdasarkan tempat hidupnya ada dua, yaitu kelompok Eubacteria dan Archaebacteria.
7. Eubacteria adalah bakteri pada umumnya yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan Archaebacteria adalah bakeri yang berbeda pada umumnya. Bakteri ini memungkinkan menjadi salah satu penyebab bentuk-bentuk kehidupan pertama di bumi.
8. Jenis-jenis Archaebacteria ada 3 kelompok, yaitu *Metanobacteria*, *Halobacterium*, dan *Thermoplasma*.
9. Peranan bakteri dalam kehidupan amnusia ada yang menguntungkan dan merugikan.
10. Cara penanggulangan bakteri merugikan adalah dengan pengolahan makanan serta kebersihan dan kesehatan diri dan lingkungan.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Berikut ini adalah salah satu cara untuk membuktikan bahwa bakteri adalah suatu benda yang hidup dapat dilakukan dengan
 a. mengamati unsur-unsur kimia tubuhnya
 b. membiakkan pada medium yang sesuai
 c. mengamati mikroskop elektron bentuk struktur bakteri
 d. mengamati mikroskop elektron ternyata bakteri mempunyai DNA
 e. mengamati dengan mikroskop bahwa bakteri bernapas
2. Salah satu bakteri yang menguntungkan, antara lain mampu mengikat nitrogen yang hidupnya bersimbiosis dengan polong-polongan, yaitu
 a. *Rhizobium*
 b. *Azotobacter*
 c. *Nitrobacter*
 d. *Nitrosomonas*
 e. *Agrobacterium*
3. 

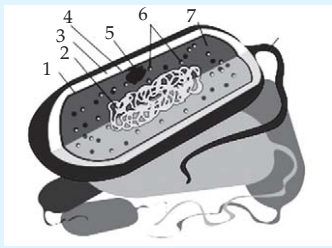
Perhatikan gambar di samping!
Gambar tersebut adalah bentuk sel bakteri, bagian A adalah
 a. flagela
 b. sitoplasma
 c. mesosom
 d. DNA
 e. kapsul
4. 

Perhatikan gambar di samping!
Gambar endospora ditunjukkan nomor
 a. 1
 b. 2
 c. 3
 d. 4
 e. 5

5. Bakteri yang menyebabkan penyakit yang disebut raja singa adalah
 a. *Neisseria meningitis*
 b. *Veillonella parvula*
 c. *Micrococcus denitrificans*
 d. *Neisseria gonorrhoeae*
 e. *Bacillus subtilis*
6. Yoghurt adalah minuman yang memiliki gizi yang cukup tinggi, bakteri yang berperan dalam pembuatan minuman ini adalah
 a. *Escherichia coli*
 b. *Azetobacter chroococcum*
 c. *Lactobacillus bulgaricus*
 d. *Streptococcus pyogenes*
 e. *Acetobacter xylinum*
7. Kelompok Eubacteria adalah kelompok bakteri pada umumnya yang mempunyai sel
 a. prokariot
 b. heterotrof
 c. eukariot
 d. autrotof
 e. bersel banyak
8. Persamaan dari kelompok bakteri Eubacteria dan Archaebacteria adalah
 a. mempunyai dinding sel
 b. jumlah sel banyak
 c. mempunyai organel sel
 d. bergerak aktif
 e. tidak mempunyai dinding sel
9. Jenis Archaebacteria yang menghasilkan metana berupa biogas adalah
 a. *Bacillus*
 b. *Halobacterium*
 c. *Thermoasidofil*
 d. *Metanobacteria*
 e. *Thermoplasma*

10. Agar susu tidak terurai dan mudah dicerna dilakukan
 a. pasteurisasi
 b. sterilisasi
 c. pemanasan
 d. pendinginan
 e. pengasapan

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Apa yang Anda ketahui dengan bakteri. Jelaskan dengan ciri-cirinya!
2. Bakteri mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Jelaskan bentuk-bentuknya dan berilah contohnya!
3. 

Perhatikan gambar di samping!
Lengkapilah masing-masing bagiannya!
4. Apakah yang dimaksud dengan plasmid endospora? Jelaskan!
5. Jelaskan bahan-bahan sel yang dikandung dalam sitoplasma?
6. Berdasarkan letak dan jumlah flagela ada 4 macam bakteri sebutkan dan gambarkan!
7. Apa yang Anda ketahui dengan kelompok bakteri Eubacteria? Berilah beberapa jenis contoh dari Eubacteria!
8. Bagaimana pula dengan kelompok Archaebacteria apa yang Anda ketahui! Berilah beberapa jenis contoh dari bakteri ini!
9. Jelaskan beberapa keuntungan dan kerugian yang disebabkan bakteri Eubacteria dan Archaebacteria!
10. Bagaimana cara untuk menanggulangi bakteri yang merugikan?

UJI KOMPETENSI

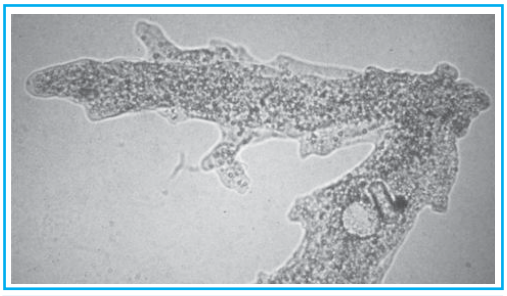
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Pernahkah Anda mengamati makanan yang tidak disimpan dalam lemari es dengan yang disimpan dalam lemari es? Pada umumnya makanan yang disimpan dalam lemari es lebih tahan daripada disimpan pada suhu kamar, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan!
2. Belum lama ini di negara kita terjadi penyakit yang sangat mengerikan, yaitu "Antraks".
 a. Apa yang Anda ketahui mengenai penyakit Antraks yang terjadi di Indonesia?
 b. Bagaimana cara penularannya?
 c. Bagaimana cara menanggulangi penyakit ini?
3. Salah satu cara perkembangbiakan bakteri adalah pembelahan sel (biner). Coba Anda jelaskan dan gambarkan pembelahan tersebut!

BAB 5 PROTISTA

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang kingdom Protista. Dengan mempelajari materi ini, diharapkan Anda dapat mendeskripsikan ciri-ciri mikroba tersebut dan mengetahui peranannya di dalam kehidupan manusia.



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 5.1 Amoeba

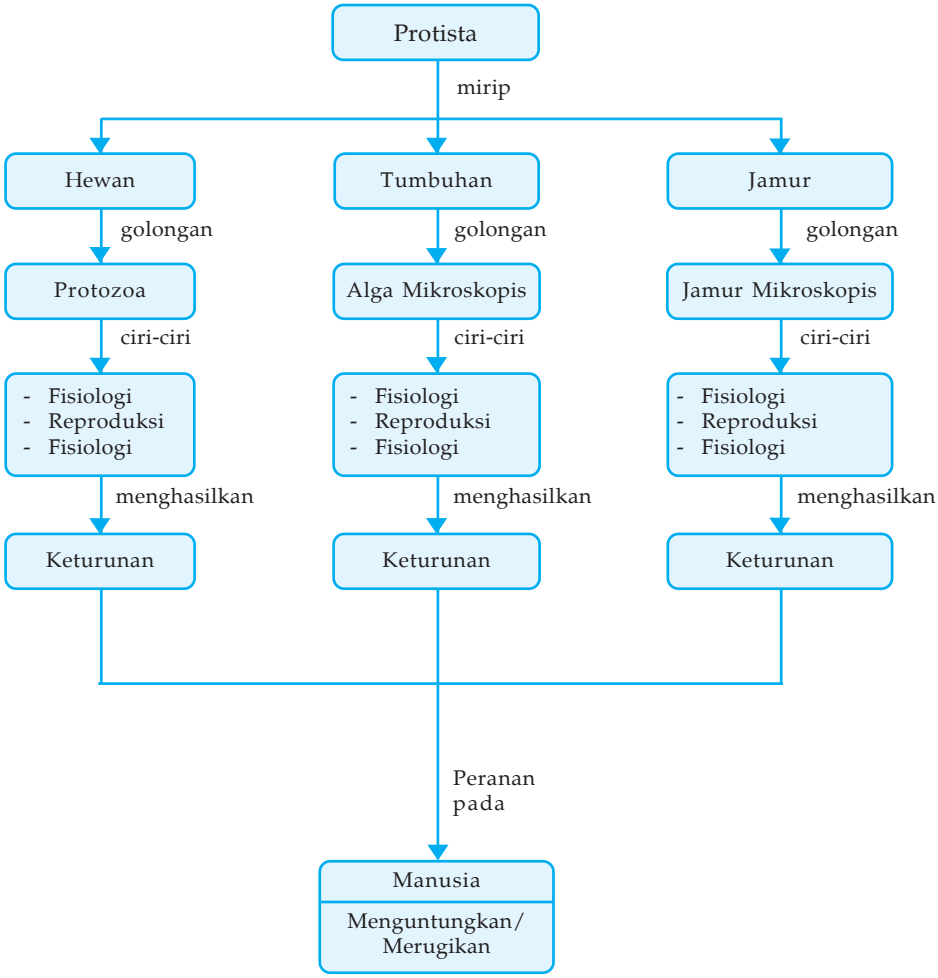
Kata Kunci

- eukariota
- Protozoa
- zooplankton
- flagellata
- flagela
- Rhizopoda
- pseudopodia
- Ciliata
- cilia
- Sporozoa
- Euglenophyta
- Phyrophyta
- Chrysophyta
- Phyxomycota
- Oomycota

Pernahkah Anda menderita sakit disentri? Jika pernah, apakah yang Anda rasakan? Ketika kita terserang penyakit ini, perut akan terasa sakit sekali. Gejala penyakit ini, antara lain sering buang air besar yang disertai lendir dan darah. Disentri termasuk jenis penyakit menular.

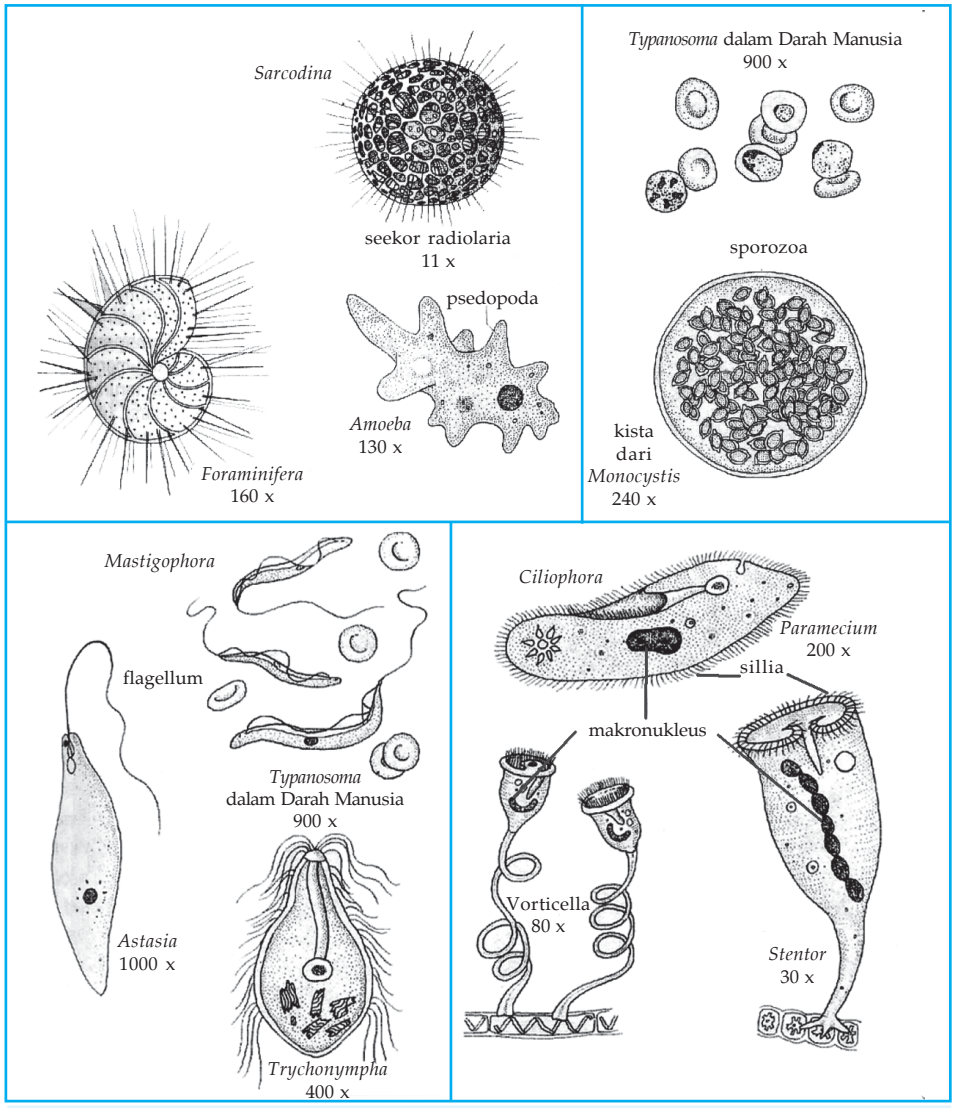
Penyakit menular umumnya disebabkan oleh virus atau bakteri, tetapi tidak demikian dengan disentri. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa penyakit ini disebabkan oleh mikroba, yaitu sejenis hewan sangat kecil yang mikroskopis, mempunyai ukuran antara 20-30 milimikron dan dapat hidup di dalam usus manusia. Bagaimana mereka bisa masuk dalam tubuh manusia? Tahukah Anda hewan tersebut dapat masuk melalui makanan atau minuman yang tercemar. Oleh karena itulah, makanan dan minuman sebaiknya harus dimasak terlebih dahulu sampai matang. Hewan yang menyebabkan penyakit disentri termasuk golongan/kingdom Protista, seperti tampak pada Gambar 5.1, yaitu dari kelompok *Amoeba*. Ingatlah kembali tentang sistem klasifikasi. Apa yang dimaksud dengan Protista? Anda dapat mempelajarinya pada bab berikut ini!

PETA KONSEP


Protista
mirip
Hewan
Tumbuhan
Jamur
golongan
golongan
golongan
Protozoa
Alga Mikroskopis
Jamur Mikroskopis
ciri-ciri
ciri-ciri
ciri-ciri
- Fisiologi
- Reproduksi
- Fisiologi
- Fisiologi
- Reproduksi
- Fisiologi
- Fisiologi
- Reproduksi
- Fisiologi
menghasilkan
menghasilkan
menghasilkan
Keturunan
Keturunan
Keturunan
Peranan pada
Manusia
Menguntungkan/ Merugikan

A CIRI-CIRI PROTISTA

Perhatikan bermacam-macam bentuk Protista pada Gambar 5.2 berikut ini!



Sumber: Biologi 3, Kimbal, 1999

Gambar 5.2 Bermacam-macam Protista

Coba bandingkan antara contoh Protista pada Gambar 5.2 dengan virus atau bakteri yang sudah Anda pelajari sebelumnya! Apabila dibandingkan dengan kelompok Virus atau Bakteri, protista ini lebih maju karena bila kita lihat dan amati, ternyata sel-selnya sudah memiliki membran inti sel atau termasuk *eukariota* meskipun masih sangat sederhana. Ingatlah kembali tentang Avertebrata/hewan tidak bertulang belakang!

Protista diduga sebagai hewan pertama kali yang hidup di dunia ini. Istilah Protista diambil dari bahasa Yunani, yaitu *protos* yang berarti pertama/mula-mula, dan *kritos* berarti membuat/menyusun. Mereka mulai hidup di dunia ini sekitar 1-2 miliar tahun yang lalu, makhluk ini membuat para ilmuwan ragu-ragu karena mirip dengan hewan, tumbuhan, atau jamur. Untuk itulah dibuat golongan tersendiri, yaitu kingdom Protista.

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa hewan ini merupakan organisme yang tubuhnya bersel tunggal atau *uniseluler*, tetapi ada juga yang bersel banyak/*multiseluler* tetapi hanya beberapa di antaranya. Cara hidupnya ada yang membentuk koloni (berkelompok). Bagaimana dengan tempat hidupnya? Habitat umumnya di tempat yang lembap, misalnya di laut, air tawar, tanah yang lembap, bahkan ada yang hidup di jaringan organisme lain sehingga hewan ini termasuk organisme akuatik. Bagaimana dengan cara perkembang-biakannya dan cara mendapatkan makanannya? Untuk mempertahankan jenisnya, mikroba ini berkembang biak dengan cara membelah diri, misalnya pembelahan biner. Cara yang demikian merupakan perkembangbiakan secara aseksual. Tetapi ada juga yang bereproduksi secara seksual, yaitu dengan penyatuan dua gamet.

Sedangkan cara perkembangbiakan Protista secara seksual dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

1. *Isogami* (penyatuan dua gamet yang dapat bergerak/*motil* yang sama bentuk dan ukurannya).
2. *Oogami* (penyatuan dua gamet yang tidak bergerak/*inmotil* yang berbeda ukuran dan bentuknya).
3. *Anisogami* (penyatuan dua gamet yang bergerak/*motil* yang berbeda ukuran dan bentuknya).

Bagaimana cara Protista memenuhi kebutuhan makanannya? Pada saat ada cahaya, mereka membuat makanannya sendiri karena mereka memiliki klorofil sehingga mampu berfotosintesis atau bersifat *fotoautotrof* dan sebaliknya, pada saat gelap mereka bersifat heterotrof. Coba ingat kembali pengertian *heterotrof*! Kelompok organisme apa saja yang termasuk dalam kingdom ini? Mari kita pelajari bersama!

B MACAM-MACAM PROTISTA

1. Penggolongan Protista

Banyak golongan *Protista* yang mempunyai kemiripan ciri-ciri dan sifat seperti hewan, tumbuhan, atau jamur, maka beberapa ahli membagi Protista menjadi tiga golongan, yaitu Protista mirip hewan, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip jamur.

a. Protista Mirip Hewan/Protozoa

Protista mirip hewan adalah golongan *Protozoa*. Protozoa merupakan salah satu bagian kelompok dari Protista, apa sebabnya? Mereka memiliki ciri-ciri yang sama dengan Protista, yaitu tubuhnya terdiri atas satu sel dan eukariotik. Untuk itulah semua aktivitasnya dilakukan oleh sel itu sendiri seperti bergerak, bereproduksi, dan lain-lain.

Tubuh Protozoa umumnya tidak mempunyai dinding sel yang kuat dan di dalamnya terdapat nukleus, vakuola, mitokondria, dan ribosom. Ukuran tubuhnya berkisar antara 5-100 milimikron, jadi sangat mikroskopis. Hidupnya ada yang berkoloni dengan membentuk kumpulan sel dan ada pula yang berperilaku sebagai parasit pada organisme lain. Lebih dari 64.000 species Protozoa telah dikenal, diperkirakan 32.000 berupa fosil dan 22.000 merupakan bentuk-bentuk yang bebas, 10.000 adalah sebagai parasit. Hidupnya sebagian berkoloni atau hidup soliter, sebagian dapat bergerak bebas dan dapat pula menempel (*sessil*).

Di manakah kita dapat menemukan Protozoa? Protozoa mempunyai tempat hidup di mana-mana, yaitu di perairan, misalnya di kolam, air laut, air tawar, tetapi ada juga yang hidup sebagai parasit pada hewan atau tumbuhan, bahkan manusia. Di tanah pun mereka bisa hidup, untuk itulah hewan tersebut dimasukkan kelompok *kosmopolit,* artinya dapat ditemukan di berbagai tempat.

Karena hidupnya ada yang berada di perairan, maka mereka mempunyai peranan penting dalam rantai makanan untuk komunitas lingkungan akuatik. Masih ingatkah Anda mengenai rantai makanan (*food chain*)? Peranan Protozoa sebagai *zooplankton* (organisme seperti hewan) adalah Protozoa yang hidup dari fitoplankton (organisme seperti tumbuhan) yang fotosintetik dan zooplankton sebagai makanan bagi hewan-hewan yang lebih besar. Karena peristiwa tersebut sehingga dapat digambarkan sebagai berikut:

Energi cahaya → Fitoplankton → Zooplankton → hewan-hewan yang lebih besar

Begitu juga Protozoa yang hidup di lingkungan daratan yang basah atau akuatik, mereka sebagai pemakan bakteri atau cendawan atau disebut Protozoa saprofitik dengan memanfaatkan substansi yang dihasilkan oleh bakteri atau cendawan.

Oleh sebab itu, dapat dikatakan Protozoa berperan sangat penting di dalam keseimbangan ekologis dan dapat digambarkan sebagai berikut.

Tubuh mati produsen dan konsumen serta produk ekskresinya, termasuk tinja → Dekomposisi oleh bakteri atau cendawan → Ditelan oleh Protozoa

Berdasarkan bagan proses tersebut, coba pikirkan bagaimana menurut Anda apabila Protozoa musnah atau tidak ada di dunia ini?

Bagaimana bentuk Protozoa? Untuk mengetahuinya, lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengamati dan mengetahui bentuk serta ciri-ciri dari berbagai jenis Protozoa, yang ada di sekitar

Alat dan Bahan :

1. Air sawah
2. Air sungai
3. Air kolam
4. Jerami
5. Botol bekas 3 buah
6. Mikroskop
7. Kaca objek cekung dan penutupnya
8. Pipet
9. Kapas atau kertas tisu
10. Panci

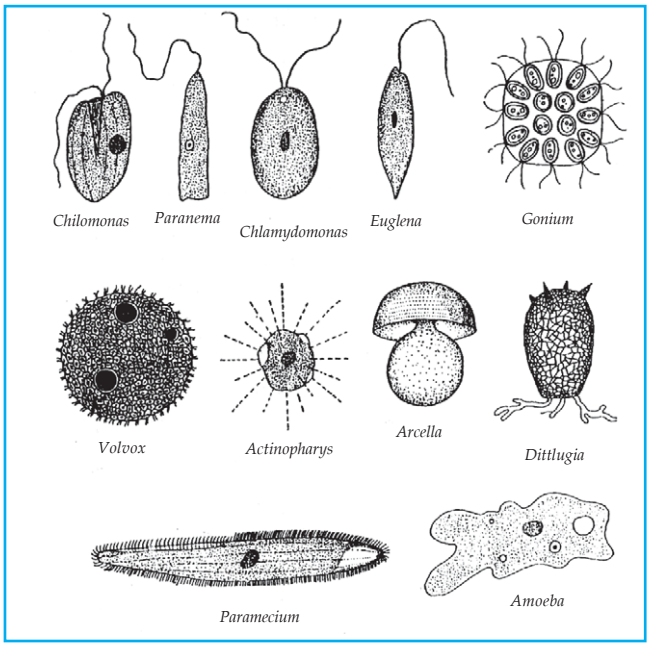
Cara Kerja :

1. Ambillah beberapa potong jerami kering, lalu masukkan ke dalam panci kurang lebih 1/3 bagian.
2. Tambahkan air sebanyak 2/3 bagian, kemudian rebuslah sampai mendidih.
3. Bersihkan ketiga botol bekas, kemudian masukkan air rebusan ke dalam botol tersebut sampai setengah bagian dan diamkan agar dingin.

4. Setelah dingin, masukkan air sawah, air sungai, dan air kolam ke dalam masing-masing botol yang sudah tersedia. Botol tersebut jangan ditutup, biarkan dalam keadaan terbuka dan jangan sampai terkena sinar matahari secara langsung, biarkan dahulu selama 1 minggu.
5. Setelah 1 minggu, ambil air dari masing-masing botol dengan menggunakan pipet tetes, kemudian letakkan pada kaca objek cekung, lalu tutuplah dengan kaca penutupnya.
6. Amatilah di bawah mikroskop, mulai dari perbesaran lemah sampai perbesaran kuat.
7. Setelah mendapatkan objeknya, kemudian gambarlah hasil pengamatan Anda dan berilah keterangan-keterangannya. Cocokkan gambar Anda dengan gambar yang sudah ada di buku.
8. Ulangilah pengamatan Anda berkali-kali sehingga ditemukan bentuk-bentuk yang berlainan.
9. Amati dan catatlah ciri-ciri makhluk yang Anda temukan.
10. Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan teman-teman, masukkan hasil pengamatan dalam tabel berikut ini pada buku tugas Anda.

No.	Jenis Protozoa	Asal Air	Bentuk Gambar	Ciri Khusus
1. 2. 3. Dst.				

Bandingkan hasil dari kegiatan yang telah Anda lakukan dengan Gambar 5.3 berikut ini! Sesuaikah hasil pengamatan Anda dengan gambar tersebut?



Sumber: Paket Bilologi 1 SMA, Diknas, 2000

Gambar 5.3 Beberapa macam Protozoa

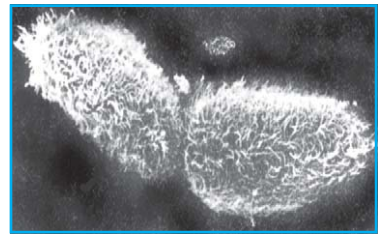
1) Ciri Morfologi

Bentuk Protozoa sangat beragam, ada yang berbentuk lonjong, menyerupai bola, memanjang, dan polimorfik (memiliki berbagai bentuk morfologi), ukuran tubuhnya berdiameter 1 milimikron. Bagaimana dengan hasil pengamatan Anda? Sel Protozoa terbungkus membran sitoplasma dan setiap selnya mempunyai satu atau beberapa nukleus.

Pada umumnya Protozoa dapat membentuk *sista* atau seludang yang dibuat secara vegetatif/trofozoit sehingga dapat melindungi dirinya terhadap bahaya dari alam sekitarnya, misalnya kekeringan dan kehabisan makanan atau keasaman perut di dalam inangnya. Untuk mempertahankan jenisnya, Protozoa berkembang biak dengan cara aseksual/vegetatif dan seksual/generatif.

2) Cara Reproduksi

Untuk mempertahankan jenisnya, Protozoa berkembang biak dengan cara aseksual/vegetatif dan seksual/generatif. Reproduksi secara aseksual, yaitu dengan cara membelah diri atau pembagian selnya sama. Pembelahan ini dapat terjadi, baik secara membujur atau melintang pada sepanjang selnya sehingga menghasilkan anak-anak sel yang dapat berukuran sama atau tidak sama.

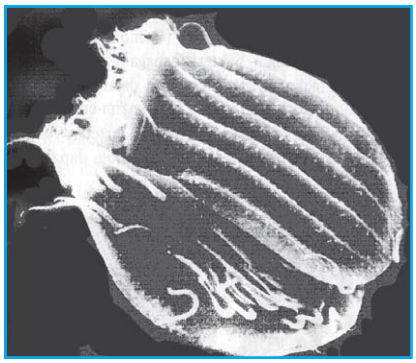


Sumber: Dasar-Dasar Mikrobiologi, 1986

Gambar 5.4 Pembelahan biner pada *Paramecium*

Jika pada proses pembelahan diri (pembagiannya) menghasilkan dua anak sel, maka disebut *pembelahan biner*, namun apabila terbentuk banyak anak sel dinamakan *pembelahan bahu rangkap (multipel fission).*

Beberapa kelompok Protozoa bereproduksi secara seksual, yaitu dengan cara penggabungan atau penyatuan fisik sementara antara dua individu kemudian terjadi pertukaran nukleus. Dengan demikian, akan terjadi perpaduan sifat yang dibawa oleh kedua individu tersebut dan menghasilkan satu individu baru. Cara pembiakan ini disebut dengan *konjugasi*, seperti yang terlihat pada Gambar 5.5.



Sumber: Dasar-Dasar Mikrobiologi, 1986

Gambar 5.5 Pembiakan secara konjugasi pada Ciliata

3) Ciri Fisiologi

Pada suhu berapa Protozoa dapat hidup? Pada umumnya Protozoa membutuhkan suhu optimum untuk tumbuh antara 16-25°C, dengan suhu maksimumnya antara 36-40°C. Adapun pH (derajat keasaman optimum) untuk proses metabolismenya adalah antara pH 6-8.

Anda sudah mengetahui bahwa Protista ada yang *fotoautotrof* dan *heterotrof*. Bagaimana dengan Protozoa? Karena Protozoa termasuk anggota Protista, maka Protozoa juga mempunyai klorofil dan bersifat fotoautotrof. Namun, ada beberapa Protozoa yang tidak memiliki klorofil. Protozoa jenis ini mendapatkan makanan/nutrien organiknya melalui membran sitoplasma seperti pada bakteri. Cobalah ingat kembali tentang bakteri! Ada juga Protozoa yang makan dengan cara menelan makanannya yang berupa partikel-partikel padat melalui rongga mulut. Makanannya antara lain berupa bakteri, ganggang, bahkan Protozoa jenis lain. Setelah ditelan, makanan tersebut akan masuk/terkurung di dalam vakuola. Di sinilah makanan tersebut akan dirombak oleh enzim-enzim dari substansi yang kompleks menjadi bentuk terlarut yang dapat diasimilasi. Ada beberapa bahan makanan setelah tertelan tidak terurai menjadi bentuk yang terlarut dalam vakuola dan dapat dikeluarkan dari sel melalui pori anus atau tetap berada di dalam vakuola yang akan bergerak di permukaan sel sehingga vakuola akan pecah dan membuka untuk membuang kotoran-kotoran itu dari dalam sel.

Dari kejadian itu, Anda dapat memikirkan jika Protozoa itu bersifat parasit, yaitu hidup pada organisme lain, apakah inang yang ditumpangi akan mengalami keadaan patologis? Jika ya, berarti dalam hal ini Protozoa bersifat merugikan bukan?

Terkadang interaksi antara Protozoa dengan organisme lain bisa bersifat mutualisme/menguntungkan, misalnya *Flagellata* (jenis Protozoa) yang hidup di dalam usus rayap yang dapat mencerna selulose dalam kayu menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh rayap itu sendiri karena apabila Flagellata-nya dihilangkan dari ususnya maka rayap itu akan mati. Jadi, apakah yang terkandung dalam Flagellata? Coba pikirkan!

4) Jenis-Jenis Protozoa

Dari hasil pengamatan pada Kegiatan Kelompok 1, yaitu mengamati jenis-jenis Protozoa dalam perairan, apakah Anda menemukan macam-macam alat geraknya? Jika Anda menemukannya, maka alat geraknya ada berbentuk bulu getar (*cilia*), kaki semu (*pseudopodia*), dan cambuk (*flagela*), tetapi ada juga yang tidak memiliki alat gerak. Dengan dasar inilah Protozoa dibedakan menjadi 4 kelas, apa saja yang termasuk dalam kelas Protozoa? Mari kita pelajari satu per satu!

a) Flagellata (Filum Mastigophora)

Apabila kita melihat dari namanya, maka *Flagellata* ini bergerak dengan bantuan satu atau lebih flagela. Bentuk flagela seperti cambuk. Letaknya berada pada ujung anterior tubuhnya. Selain berfungsi sebagai alat gerak, flagela juga dapat digunakan untuk mengetahui keadaan lingkungannya. Tampak pula membran yang berombak-ombak dan kelihatan menonjol, sehingga flagela dan membran ini berguna untuk gerak aktif dan atau mengumpulkan makanan dengan cara menghasilkan aliran air di sekitar mulut sehingga makanan dapat memasuki mulut. Sitoplasma Flagellata dikitari oleh polikel atau pembungkus yang nyata sehingga memberikan bentuk tubuhnya.

Dilihat dari bentuknya, Flagellata dikelompokkan menjadi dua, yaitu berbentuk seperti tumbuhan, dinamakan *fitoflagelata* yang mengandung klorofil dan bersifat fotosintetik, contohnya *Euglena*. Adapun yang berbentuk seperti hewan disebut *zooflagelata*, tidak mempunyai klorofil dan bersifat heterotrof, contohnya, *Trypanosoma*.

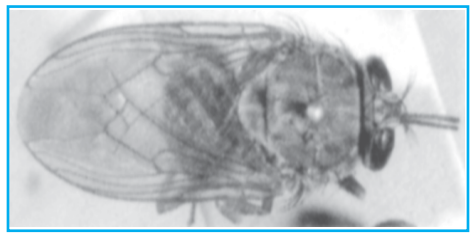
Apa peranan Flagellata pada makhluk hidup?

(1) *Trichonympha* dan *Myxotricha*

Jenis Flagellata ini hidup di dalam usus rayap yang membantu rayap untuk mencerna kayu karena dapat mengeluarkan enzim selulosa. Enzim ini membuat partikel kayu tersebut menjadi lebih lunak, sehingga mudah dirombak dan terurai menjadi bagian-bagian kecil lalu diserap oleh rayap. Bahan yang diserap ini sebagian dibutuhkan oleh rayap dan sebagian untuk kelangsungan hidup Flagellata.

(2) *Trypanosoma gambiense*

Golongan dari species ini pada umumnya hidup sebagai parasit yang hidup di dalam darah, baik manusia maupun ternak. Penyakit ini pernah menyerang orang Afrika bagian barat dengan gejala awal si penderita suka tidur dan dikenal dengan penyakit tidur. *Trypanosoma gambiense* hidup di dalam kelenjar ludah lalat Tsetse (*Glossina palpalis*). Pada saat menusuk kelenjar yang mengandung parasit tersebut masuk ke dalam darah manusia yang menyerang getah bening (kelenjar limfa) dan akibatnya kelenjar limfa si penderita membengkak/membesar dan terasa nyeri disertai demam tinggi.



Gambar 5.6 Lalat Tsetse pembawa *Trypanosoma gambiense*

Sumber: www.en.wikipedia.org

Apabila tidak segera diobati, setelah beberapa bulan kemudian *Trypanosoma gambiense* akan menyerang sistem saraf pusat (otak). Hal tersebut akan mengakibatkan penderita mengalami kelumpuhan, penurunan mental, dan tidak dapat berbicara dengan jelas serta sering pingsan. Jika keadaaan ini berlanjut, maka si penderita akan koma dan akhirnya akan meninggal dunia. Penyakit ini dikenal sebagai penyakit tidur di "Afrika Barat". Apakah juga ada penyakit tidur di Afrika Timur? Penyakit tidur di Afrika Timur disebabkan oleh jenis species *Trypanosoma rhodesiense*, hanya penularannya melalui lalat *Glossina morsitans*. Perhatikan bentuk lalat Tsetse pada Gambar 5.6!

(3) *Trichomonas vaginalis*

Bila ditinjau dari namanya, jenis ini menimbulkan satu tipe penyakit vaginitis, yaitu merupakan peradangan pada vagina yang ditandai dengan keluarnya cairan dan disertai rasa panas seperti terbakar dan rasa gatal. Species ini tidak mempunyai stadium sista dan menyebar sebagai penyakit kelamin. Dapat juga menginfeksi dan menular pada pria yang menimbulkan penyakit prostatitis. *Trichomonas vaginalis* dapat berpindah dari wanita pada ke pria melalui hubungan seksual.

(4) *Giardia lamblia*

Merupakan satu-satunya Protozoa usus yang menimbulkan penyakit disentri/diare dan kejang-kejang di bagian perut. Protozoa ini ditemukan dalam duodenum/usus dua belas jari. Penularannya melalui makanan atau minuman yang tercemar dan melalui kontak dari tangan ke mulut.

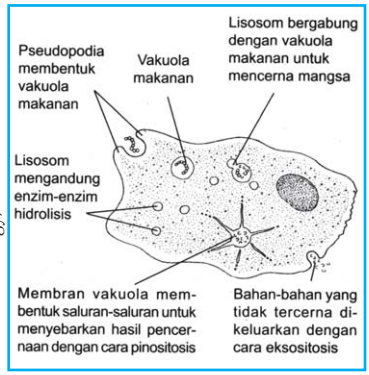
(5) *Leishmania donovani*

Leishmania donavani menimbulkan penyakit pada anjing dan dapat ditularkan pada manusia. Penyakit ini menyebabkan perbesaran limpa, hati, kelenjar limfa, anemia sehingga dapat menimbulkan kematian. Inang perantaranya sejenis lalat pasir (*Phlebotomus*). Di Indonesia penyakit seperti ini belum pernah ditemukan.

b) Rhizopoda (Filum Sarcodina)

Amoeba merupakan salah satu anggota *Rhizopoda* yang terkenal. Golongan Rhizopoda ini bergerak dengan menggunakan kaki semu (*pseudopodia*). Kaki semu ini sebenarnya merupakan perluasan protoplasma sehingga dapat bergerak di suatu permukaan dan menelan partikel-partikel makanan kemudian masuk dalam vakuola yang akan dicerna dalam vakuola tersebut.

Bentuk *Amoeba* senantiasa berubah-ubah, hidupnya bebas, terdapat di tanah becek atau di perairan yang banyak mengandung bahan organik, tetapi ada juga yang hidup sebagai parasit yang sering dikenal dengan sebutan *Entamoeba*.

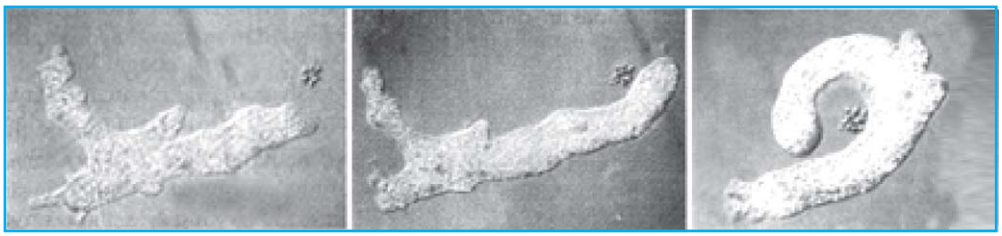


Sumber: Advanced Biology, 2000

Gambar 5.7 *Amoeba proteus* dan bagian-bagiannya

Tampak pada Gambar 5.7 pada bagian luar tubuh *Amoeba* terdapat membran sel/membran plasma sebagai pelindung isi sel dan pengatur pertukaran zat makanan, gas, ekskresi. Di sebelah dalam terdapat sitoplasma, yaitu bagian luar (ektoplasma) berbatasan dengan membran, tipis, dan jernih. Di sebelah dalam (endoplasma) bersifat lebih keruh karena terdapat organel sel. Di dalam organel sel terdapat vakuola yang berguna untuk mencerna makanan dan mengedarkannya, mengatur pembuangan sisa-sisa metabolisme berupa cairan atau gas dan inti/nukleus yang berfungsi sebagai pusat pengaturan proses yang terjadi di dalam sel.

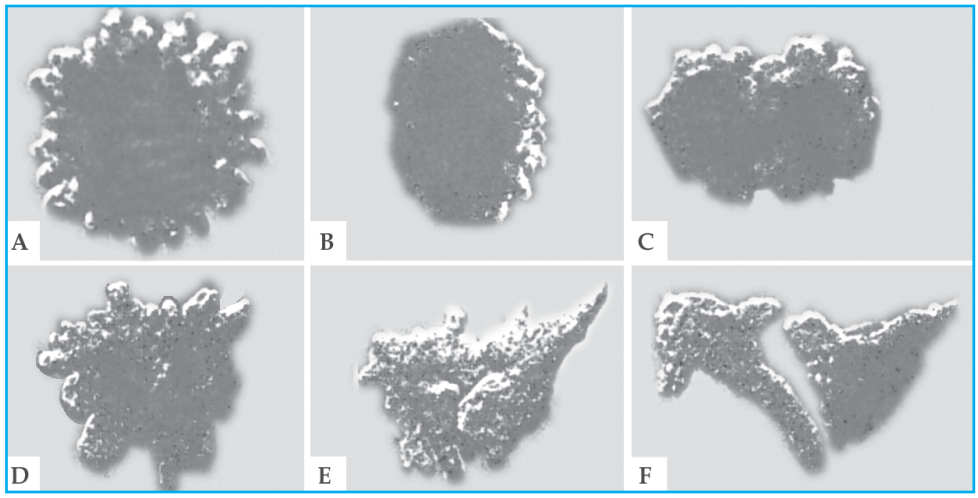
Bagaimana cara *Amoeba* mendapatkan makanan? Jika ada makanan di luar, ia akan menjulurkan pseudopodianya dan akan bergerak menuju makanan tersebut. Pseudopodia akan mengelilingi makanan tersebut dan akan masuk dalam membran plasma. Selanjutnya, prosesnya sama seperti terjadi pada Protozoa. Perhatikan cara *Amoeba* mendapatkan makanan pada Gambar 5.8 berikut!



Sumber: Biologi 1A, 2004

Gambar 5.8 Cara *Amoeba* mendapatkan makanan

Jika makanannya habis, *Amoeba* dapat mempertahankan hidupnya dengan membentuk kista, yaitu dengan tubuhnya yang inaktif berubah berbentuk bulat, sehingga membran plasmanya menebal untuk melindungi tubuhnya dari kondisi luar yang jelek. Jika keadaan luar sudah memungkinkan, misalnya tersedia makanannya, maka dinding kista tersebut akan pecah dan keluarlah *Amoeba* tersebut untuk memulai hidupnya kembali. Bagaimana juga dengan caranya bereproduksi?



Sumber: Mikrobiologi UI, 1986

Gambar 5.9 Pembelahan biner *Amoeba*

Keterangan Gambar 5.9
Amoeba memperbanyak diri dengan membelah. Waktu yang diperlukan dari A sampai F adalah 21 menit.

Coba perhatikan Gambar 5.9! *Amoeba* memperbanyak diri dengan cara pembelahan inti sel menjadi dua yang diikuti dengan pembelahan sitoplasma (*sitokinesis*). Mula-mula, nukleus membelah (*kariokinesis*) sehingga terjadi

pelekukan membran plasma ke arah dalam. Pelekukan ini menggenting dan terputus sehingga terbentuk dua sel anak. Waktu yang diperlukan untuk proses pembelahan ini adalah 21 menit.

Apa peranan Rhizopoda dalam kehidupan manusia?

(1) *Entamoeba*

Golongan *Entamoeba* yang banyak hidup pada manusia, misalnya *Entamoeba gingivalis* yang hidup di dalam mulut manusia dan merupakan salah satu penyebab radang pada gusi.

Untuk mencegah penyakit ini seringlah menggosok gigi untuk mencegah pembusukan makanan yang sangat baik sebagai tempat hidupnya. *Entamoeba coli* hidup dalam usus manusia dan bersifat tidak berbahaya. Species ini bila hidup di perut ruminansia akan membantu proses pencernaan makanannya. Tetapi untuk *Entamoeba histolytica* bersifat parasit pada usus manusia yang akan menyebabkan penyakit diare atau dikenal dengan penyakit *amebiasis*. Apabila tidak diobati, maka kista Amoeba dapat mencapai hati dan tinggal di dalamnya sampai bertahun-tahun dan suatu saat kista tersebut akan tumbuh dan menyerang organ hati. Untuk itulah, handaknya selalu mengusahakan supaya makanan/minuman yang kita konsumsi bersih. Agar lebih jelas tentang penyakit ini, kerjakan Kegiatan Kelompok berikut!

Perlu Diketahui



Gambar *Acalypna australis*

Seluruh tanaman anting-anting (*Acalypna australis*) ini pemakaian segar atau kering dapat digunakan untuk mengobati disentri baciler dan disentri amoeba, diare, muntah darah, mimisan, berak darah, kencing darah, dan malaria. Caranya 9-15 daun kering atau 30-60 gram segar direbus, kemudian diminum.

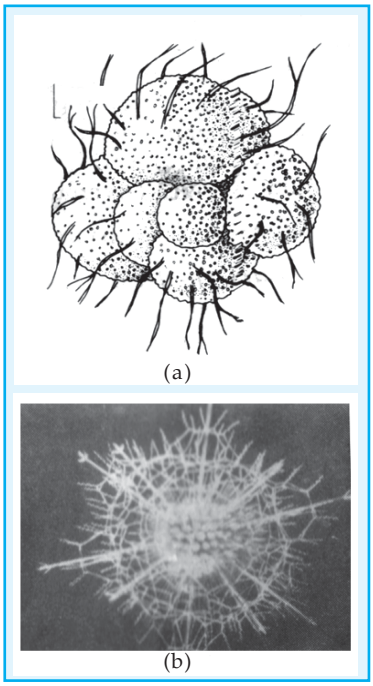
KEGIATAN KELOMPOK 2

- Coba lakukan survei ke puskesmas atau rumah sakit yang terdekat.
- Tanyakan adakah penderita penyakit diare di tempat itu, dan berapa jumlahnya dalam sebulan.

- Bagaimana cara mengatasi penyakit itu? Apakah cukup dengan pengobatan saja atau diperlukan rawat inap jika penyakitnya sudah parah?
- Apa penyebab penyakit ini?
- Bagaimana cara pencegahan penyakit ini dan menularkah penyakit ini?
- Setelah Anda melakukan survei, kemudian bandingkanlah hasil sesuai kasus yang dikelompokkan!
- Buatlah suatu kesimpulan lalu konsultasikan kesimpulan itu pada guru biologi Anda!

(2) *Foraminifera* dan *Radiolaria*

Ciri-ciri *Foraminifera* dan *Radiolaria* adalah memiliki cangkang keras yang mengandung bahan silikon dan kalsium karbonat. Setelah mati dan menjadi fosil, cangkang tersebut dapat menentukan umur lapisan bumi dan dapat digunakan sebagai indikator adanya sumber minyak bumi.



(a)

(b)

Sumber: Zoologi Dasar, 1994

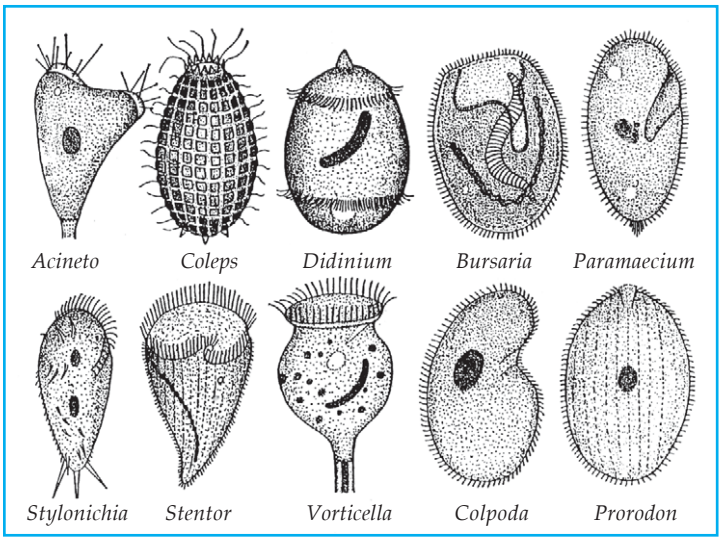
Gambar 5.10 (a) *Foraminifera* dan (b) *Radiolaria*

Perlu Diketahui

Makhluk dengan dinding sel lunak yang disebut *Foraminifera* (sejenis plankton) ini terdeteksi oleh kapal selam robot, Kaiko milik Jepang, oleh Yuko Toda dan rekan-rekannya dari Shizuoka University. Kemudian penemuan ini dilaporkan dalam majalah *Science*. Dalam tulisan tersebut dijelaskan jalur kekerabatan *Foraminifera* berdinding lunak dan termasuk satu-satunya species yang pernah menjelajahi daratan dan lautan. Analisis DNA organisme makhluk baru yang ditemukan ini juga menunjukkan mereka merupakan keluarga organisme primitif dari zaman Precambrian.

c) Ciliata (Filum Ciliophora)

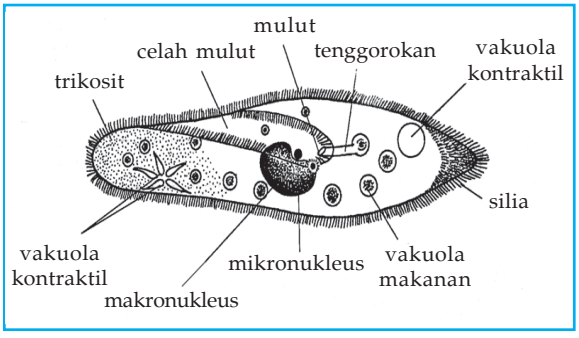
Amatilah kelompok *Ciliata* pada Gambar 5.11 di bawah ini!



Sumber: Biologi SMA Kelas 1, 2000

Gambar 5.11 Macam-macam Ciliata

Ciri khusus apa yang terdapat di dalam kelompok Ciliata? Jika kita amati, ciri yang ada adalah terdapatnya rambut getar atau disebut "*silia*" yang terdapat pada seluruh permukaan tubuhnya, tetapi ada juga yang hanya terdapat pada sebagian tubuhnya. Apa fungsi dari silia ini? Silia berfungsi untuk bergerak, silia yang terdapat di sekitar rongga-rongga mulut dapat menimbulkan efek pusaran air yang dapat membantu untuk mengumpulkan makanan. Sesuai dengan organ tubuhnya, Ciliata hidup di tempat yang berair seperti sawah, rawa, atau tanah yang becek.



Sumber: Biologi 1, 2003

Gambar 5.12 *Paramecium*

Ciliata mempunyai sel yang memiliki dua nukleus, yaitu *makronukleus* dan *mikronukleus*. Masing-masing nukleus ini mempunyai tugas sendiri-sendiri, makronukleus mengatur struktur dan metabolisme sel dan mikronukleus bertugas untuk mengatur aktivitas reproduksi. Contoh yang terkenal dari Ciliata adalah species *Paramecium*, amatilah bentuknya pada Gambar 5.12!

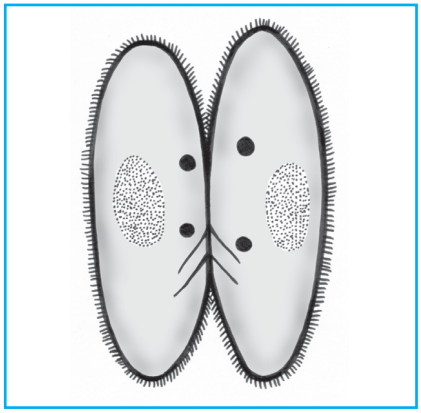
Dilihat dari bentuknya, Ciliata berbentuk seperti sandal sehingga dikenal sebagai "hewan sandal". Ukuran tubuhnya sekitar 250 milimikron. Seluruh permukaan tubuhnya ditumbuhi beribu-ribu silia dan pangkalnya menancap pada polikel. Silia berfungsi sebagai alat gerak maju dan mundur atau berbelok dengan cara menggetarkan silianya. Lekukan pada permukaan sel seperti yang terlihat pada Gambar 5.12 adalah mulut *Paramecium* yang disebut *sitostoma*.

Mulut ini berfungsi sebagai jalan makanan masuk dalam kerongkongan sel (*sitofaring*) dan ujung sitostoma membentuk vakuola makanan sehingga makanan dapat dicerna kemudian diedarkan ke seluruh sel, sari makanannya masuk ke dalam sitoplasma. Sisa makanannya berbentuk padat dan cair, yang padat dikeluarkan melalui membran sel, sedangkan sisa makanan yang berbentuk cair dikeluarkan melalui vakuola berdenyut yang berjumlah dua buah dan letaknya di ujung sel.

Bagaimana cara *Paramecium* berkembang biak? Pada dasarnya cara *Paramecium* berkembang biak sama seperti yang lain, yaitu secara aseksual dengan pembelahan biner melintang dan secara seksual dengan konjugasi dua sel.

(1) Aseksual

Perhatikan pada Gambar 5.13! *Paramecium* berkembang biak dengan pembelahan biner. Tampak satu sel membelah menjadi 2, kemudian menjadi 4, 8, dan seterusnya. Pembelahan ini diawali dengan mikronukleus yang membelah dan diikuti oleh pembelahan makronukleus. Kemudian akan terbentuk 2 sel anak setelah terjadi penggentingan membran plasma. Perlu Anda ketahui masing-masing sel anak tersebut identik dan alat sel lainnya mempunyai dua nukleus, sitoplasma.

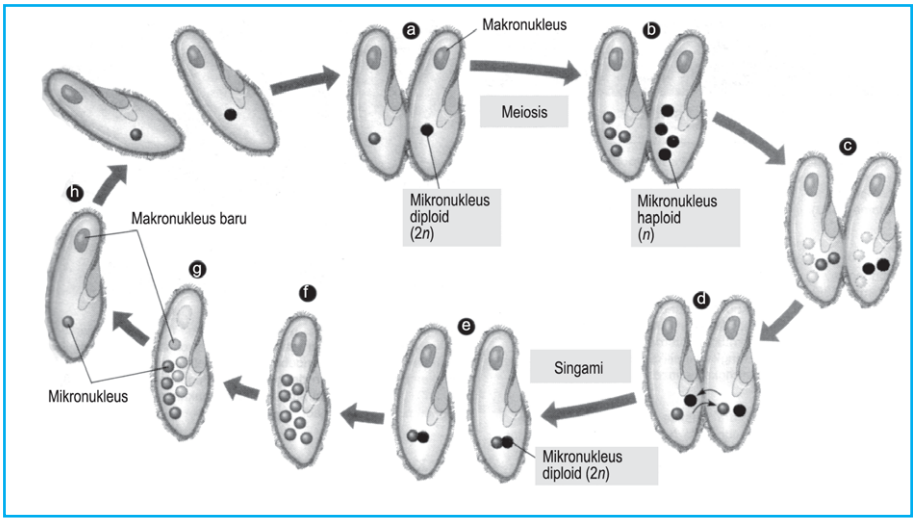


Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 5.13 Pembelahan biner pada *Paramecium*

(2) Seksual

Paramecium juga dapat berkembang biak secara kawin (seksual), yaitu dengan cara konjugasi. Tahukah Anda hewan ini tidak dapat dibedakan antara jantan dan betina. Agar lebih jelas perhatikan Gambar 5.14!

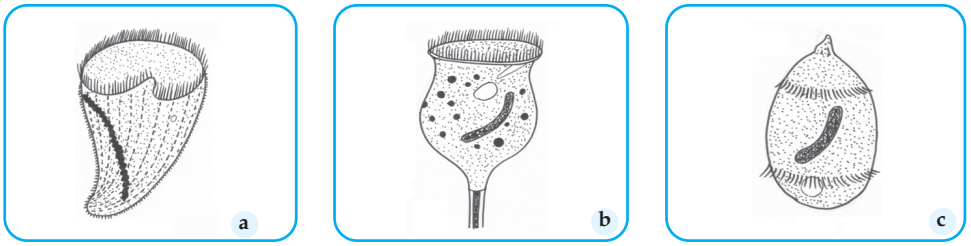


Sumber: Biologi, 2004

Gambar 5.14 Konjugasi *Paramecium*

a. Dua *Paramecium* saling berdekatan lalu saling menempel. Kemudian terjadi dua sel saling menempel pada bagian mulut sel. Membran sel pada sel yang saling menempel tersebut melebar dan terbentuk suatu saluran.
b. Pada bagian masing-masing sel terdapat mikronukleus diploid (2n) yang membelah secara meiosis menjadi 4 mikronukleus haploid (n), sedangkan makronukleusnya tidak mengalami perubahan.
c. Selanjutnya, masing-masing 4 mikronukleus haploid (n), di setiap sel membelah secara mitosis menjadi 8 mikronukleus (n).
d. 8 mikronukleus (n) yang terbentuk, 7 mikronukleus hancur, sehingga setiap sel hanya memiliki 1 mikronukleus dan 1 makronukleus.
e. Mikronukleus membelah secara mitosis menjadi 2 mikronukleus, sedangkan makronukleus lenyap, sehingga pada masing-masing sel hanya mengandung mikronukleus.
f. Terjadi saling tukar-menukar mikronukleus, yaitu mikronukleus pindah ke sel lain dan sebaliknya. Mikronukleus yang saling tukar-menukar tersebut melebur dengan mikronukleus yang tidak pindah. Jadi, setelah hasil peleburan itu, setiap sel memiliki mikronukleus diploid.
g. Setiap sel yang telah memiliki mikronukleus diploid (2n), selnya pisah dan konjugasi berakhir. Kemudian 1 mikronukleus membelah secara mitosis menghasilkan 2 mikronukleus.
h. Salah satu dari 2 mikronukleus itu tumbuh menjadi makronukleus, sehingga setiap sel memiliki 1 mikronukleus dan 1 makronukleus.

Anggota Ciliata yang hidup bebas, contohnya adalah *Stentor* yang memiliki bentuk seperti terompet, pada bagian mulutnya ditumbuhi silia, sedangkan tangkainya melekat pada substrat. *Vorticella* berbentuk seperti lonceng bertangkai panjang dan *Didinium* sebagai pemangsa *Paramecium*. Perhatikan Gambar 5.15 berikut!



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 5.15 (a) *Stentor*, (b) *Vorticella*, (c) *Didinium*

Selain hidup bebas, ada juga *Paramecium* yang hidup sebagai parasit, misalnya *Balantidium coli*, yang bersifat parasit pada manusia, yaitu menyebabkan penyakit diare berdarah yang gejalanya sama dengan penyakit diare. Inang perantara penyakit ini adalah babi, yaitu melalui makanan/minuman yang tercemar oleh kotoran babi yang mengandung *Balantidium coli*.

d) Sporozoa (Filum Sporozoa)

Sporozoa merupakan satu-satunya anggota Protozoa yang tidak memiliki alat gerak dan bergerak dengan cara meluncurkan tubuhnya dalam medium tempat hidupnya. Sesuai dengan namanya, dia mempunyai ciri khas, yaitu membentuk spora. Sporozoa hidup sebagai parasit. Cara mendapatkan makanannya dengan menyerap nutrisi inangnya, misalnya *Plasmodium* yang merupakan anggota Sporozoa paling terkenal. Pada tubuh manusia, *Plasmodium* menyebabkan penyakit malaria. Penularannya terjadi melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Setelah digigit, *Plasmodium* langsung menyebar di dalam darah dan berkembang biak di dalam hati dan akan menginfeksinya sehingga menyebabkan kematian.

Agar lebih memahami tentang penyakit malaria, lakukan Tugas Individu berikut!

TUGAS INDIVIDU

Carilah data-data tentang jenis-jenis penyakit malaria, tanda-tanda atau gejala-gejala yang timbul, penyebabnya, cara-cara penularannya, cara-cara pengobatan dan pencegahannya. Selanjutnya, buatlah kesimpulan tentang penyakit tersebut! Kemudian presentasikan di depan kelas hasil dari data-data penyakit malaria!

(1) Jenis-Jenis *Plasmodium*

Perlu Diketahui

Daerah yang merupakan habitat nyamuk *Anopheles* seperti di wilayah Pantai Selatan, Jawa Tengah merupakan daerah yang tidak memungkinkan untuk pemberantasan nyamuk sampai habis, maka yang bisa dilakukan hanyalah menekan populasi nyamuk dengan menambah ikan di persawahan.

Ada empat jenis species *Plasmodium* yang dapat menyebabkan penyakit malaria. Masing-masing jenis Plasmodium menimbulkan gejala-gejala tersendiri pada tubuh penderitanya.

(a) *Plasmodium vivax*, merupakan penyebab malaria tersiana yang bersifat tidak ganas, gejalanya adalah suhu badan panas dingin berganti-ganti setiap 2 hari sekali (48 jam).

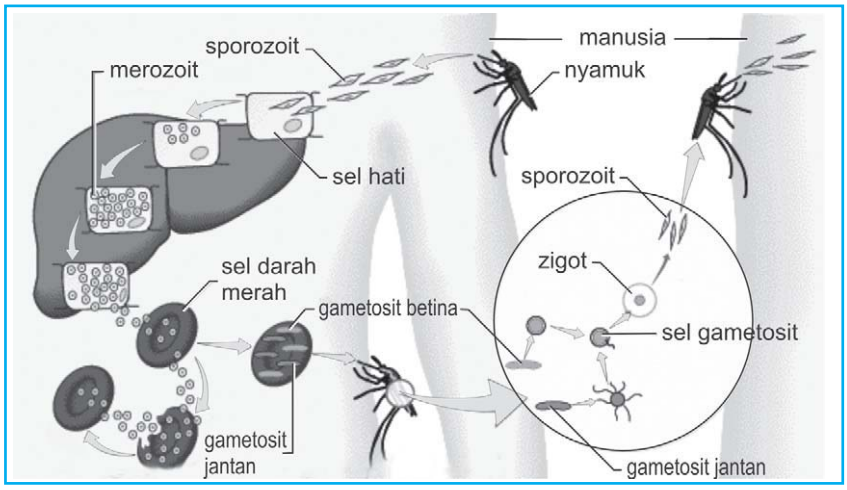
(b) *Plasmodium ovale*, merupakan penyebab malaria tersiana yang ganas, gejalanya sama dengan pada malaria tersiana.

(c) *Plasmodium malariae*, penyebab malaria kuartana yang bersifat tak ganas, gejalanya suhu badan panas dingin setiap 3 hari sekali (72 jam).

(d) *Plasmodium falciparum*, penyebab malaria kuartana yang bersifat ganas, gejalanya suhu badan panas dingin tak beraturan.

(2) Cara hidup *Plasmodium*

Karena *Plasmodium* ini dalam hidupnya menempati dua inang, yaitu nyamuk dan manusia, maka dia mengalami dua fase siklus hidup. Perhatikan daur hidup yang dijalani oleh *Plasmodium* penyebab penyakit malaria pada Gambar 5.16!



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 5.16 Daur hidup *Plasmodium*

Dari Gambar 5.16 terlihat bahwa daur hidup Plasmodium ada dua, yaitu:

(a) Fase di dalam tubuh nyamuk (*fase sporogoni*)

Di dalam tubuh nyamuk ini terlihat Plasmodium melakukan reproduksi secara seksual. Pada tubuh nyamuk, spora berubah menjadi makrogamet dan mikrogamet, kemudian bersatu dan membentuk zigot yang menembus dinding usus nyamuk. Di dalam dinding usus tersebut zigot akan berubah menjadi ookinet ⟶ ookista ⟶ sporozoit, kemudian bergerak menuju kelenjar liur nyamuk. Sporozoit ini akan menghasilkan spora seksual yang akan masuk dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk.

(b) Fase di dalam tubuh manusia (*fase skizogoni*)

Setelah tubuh manusia terkena gigitan nyamuk malaria, sporozoit masuk dalam darah manusia dan menuju ke sel-sel hati. Di dalam hati ini sporozoit akan membelah dan membentuk merozoit, akibatnya sel-sel hati banyak yang rusak. Selanjutnya, merozoit akan menyerang atau menginfeksi eritrosit. Di dalam eritrosit, merozoit akan membelah diri dan menghasilkan lebih banyak merozoit. Dengan demikian, ia akan menyerang atau menginfeksi pada eritrosit lainnya yang menyebabkan eritrosit menjadi rusak, pecah, dan mengeluarkan merozoit baru. Pada saat inilah dikeluarkan racun dari dalam tubuh manusia sehingga menyebabkan tubuh manusia menjadi demam. Merozoit ini dapat juga membentuk gametosit apabila terisap oleh nyamuk (pada saat menggigit) sehingga siklusnya akan terulang lagi dalam tubuh nyamuk, demikian seterusnya.

Coba Anda pikirkan fase apakah yang terjadi di dalam tubuh manusia?

Selain *Plasmodium*, ada juga anggota Sporozoa yang merugikan manusia, yaitu *Toxoplasma gandii*, yaitu merupakan penyebab penyakit *toksoplasmosis* yang menyebabkan meningitis, hepatitis, dan infeksi janin manusia. Jika menyerang janin dalam kandungan, maka bayi yang lahir akan mati atau lahir dengan cacat mental, kebutaan, serta terjadinya pembengkakan hati.

Bagaimana manusia dapat terkena penyakit ini? Penyakit ini antara lain ditularkan melalui makanan, khususnya daging yang pemasakannya kurang matang, yang sangat baik sebagai tempat hidupnya tropozoit (*kista toksoplasma*). Bisa juga ditularkan oleh hewan bangsa kucing dan burung, karena di dalam sel-sel usus kucing akan terjadi fase seksual dari *T. gandii*. Adakah kucing atau burung yang menjadi peliharaan di rumah Anda? Jika ada, maka Anda harus lebih berhati-hati agar tidak tertular penyakit ini.

b. Protista Mirip Tumbuhan

Beberapa ahli berpendapat bahwa Protista mirip tumbuhan adalah alga (ganggang) yang mikroskopis, adapun alga yang makroskopis termasuk Plantae. Yang termasuk alga mikroskopis adalah Filum *Euglenophyta, Pyrrophyta,* dan *Chryssophyta*. Alga mikroskopis memiliki ciri-ciri khusus, yaitu dapat

berfotosintesis sama seperti tumbuhan, tersebar luas di alam, dan dijumpai hampir di segala macam lingkungan yang terkena sinar matahari. Alga renik yang terapung-apung di perairan ini merupakan bagian fitoplankton yang berguna sebagai sumber makanan penting bagi organisme-organisme lain, sama seperti fungsi Protozoa yang sudah Anda pelajari di depan.

Alga sangat berperan atau dikatakan sebagai dasar permulaan dalam rantai makanan karena kegiatan fotosintesisnya sehingga dinamakan sebagai 'produsen primer' bahan organik. Di dalam kegiatan fotosintesisnya, alga menghasilkan oksigen. Gas ini sangat penting untuk binatang maupun organisme lain dalam aktivitas respirasi aerobik. Selain itu, juga sangat penting dalam pengendalian polusi dan bahan buangan.

Banyak alga yang mensintesis vitamin A dan D. Dengan dimakan ikan, maka vitamin-vitamin itu disimpan di dalam organ (misalnya hati) dan di tempat inilah dapat diekstraksi atau digunakan secara langsung sebagai sumber makanan yang kaya akan vitamin sehingga baik dikonsumsi manusia.

Bagaimana bentuk alga yang sebenarnya? Inginkah Anda mengetahuinya? Untuk mengetahuinya, lakukan Kegiatan Kelompok 3 berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Mengetahui jenis alga

Alat dan Bahan :

1. Mikroskop
2. Gelas objek dan penutupnya
3. Botol bekas
4. Pipet
5. Kertas isap
6. Air bersih
7. Air di tanah yang lembap, sawah, parit

Cara Kerja :

1. Cari dan ambillah air yang tergenang di tanah yang lembap, sawah, atau parit. Ambillah air, baik yang berwarna kehijauan atau keemasan/kecokelatan lalu masukkan dalam botol bekas yang telah tersedia, jangan ditutup, biarkan dalam keadaan terbuka.
2. Ambillah air tersebut dengan menggunakan pipet tetes.
3. Letakkan air tersebut pada gelas objek yang cekung, kemudian tutuplah dengan *cover glass*. Apabila kelebihan air segera isaplah dengan kertas pengisap.

4. Amati langsung di bawah mikroskop, mulai dari perbesaran lemah sampai perbesaran kuat.
5. Setelah mendapatkannya, gambarlah hasil pengamatan Anda. Ulangilah berkali-kali dengan mengambil air yang lain agar mendapatkan alga lebih banyak. Masukkan dalam tabel berikut ini! Untuk pengisian nama carilah buku literatur kemudian bandingkan!

No.	Gambar Alga	Nama	Habitat	Keterangan

Pertanyaan dan diskusikan :

1. Dari hasil pengamatan, berapa jumlah alga yang Anda temukan dan bagaimana susunan tubuhnya (satu sel, berkoloni, atau berbentuk yang lain)?
2. Sebutkan warna-warna yang Anda temukan!
3. Pada sediaan air apakah alga paling banyak ditemukan?
4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini, lalu bandingkanlah dengan hasil kelompok lain!

1) Ciri Morfologi

Dari hasil Kegiatan Kelompok 3 dapat diketahui bahwa alga seperti Protista eukariotik lainnya. Bentuk selnya ada yang tunggal dan multiseluler berbentuk bola, batang, gada, dan kumparan; mempunyai nukleus yang dibatasi membran dan mengandung butir-butir seperti pati, tetesan minyak seperti lendir, dan vakuola. Coba amati dan perhatikan lantai kamar mandi di rumah Anda! Sering lantai kamar mandi licin, hal ini disebabkan pada lantai kamar mandi ditumbuhi alga.

Setiap sel alga mempunyai inti dan plastida, dalam plastida terdapat zat-zat warna derivat klorofil dengan warna-warna yang lain berupa *fikosianin* (warna biru), *fukosantin* (warna pirang), *fikoeritrin* (warna merah). Selain itu, ditemukan pula zat-zat warna *xantofil* dan *karotin* sehingga alga mampu berfotosintesis. Alga tidak mempunyai akar, batang, dan daun sejati yang disebut sebagai 'tubuh yang bertalus'. Alga yang bergerak dilengkapi dengan alat flagela. Ada yang tunggal, berpasangan, atau bergerombol.

2) Cara Bereproduksi

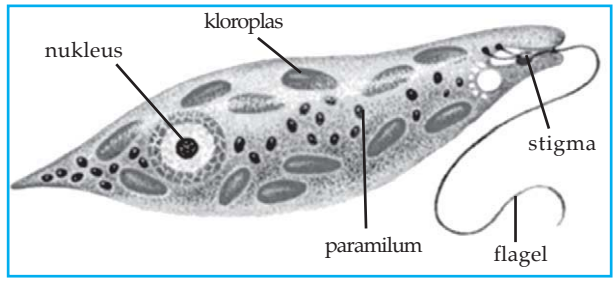
Sama seperti Protozoa, alga ini berkembang biak secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dengan pembelahan biner sederhana dan secara seksual melalui konjugasi gamet yang akan menghasilkan zigot.

3) Jenis-Jenis Filum Protista yang Mirip Tumbuhan

Protista ini mempunyai beberapa filum seperti berikut ini.

a) Filum Euglenophyta

Pernahkah Anda melihat plankton? Salah satu penyusun plankton adalah kelompok ini, memiliki sel tunggal, dan mempunyai inti yang sesungguhnya. *Euglenophyta* merupakan kelompok protista yang unik karena dia memiliki sifat mirip tumbuhan dan hewan. Dianggap mirip tumbuhan karena memiliki klorofil a dan b, juga ditemukan karotin sehingga dia akan berfotosintesis. Euglenophyta dianggap mirip hewan karena dapat bergerak aktif dengan pertolongan satu atau beberapa bulu cambuk (flagela) yang keluar dari selnya. Karena mempunyai alat gerak, dia dapat hidup di perairan, misalnya air tawar dan air tergenang. Amatilah *Euglena* pada Gambar 5.17!



Gambar 5.17
Euglena, anggota Euglenophyta

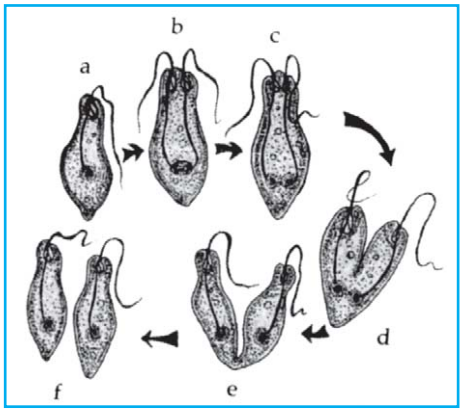
Euglena merupakan anggota yang khas dari kelompok ini, jumlahnya sekitar 400 species. Perhatikan bentuk selnya! Sel *Euglena* berbentuk oval memanjang, tidak kaku, tidak mempunyai dinding sel yang berisikan selulose, dan membran luarnya lentur. Dengan demikian, dia dapat berubah bentuk dengan mudah.

Pada bagian salah satu ujungnya terdapat mulut sel dan dari mulut sel itu tumbuh satu flagela panjang yang digunakan untuk bergerak. Tampak juga bintik mata berwarna merah yang dinamakan *stigma*, berfungsi untuk membedakan terang dan gelap. *Euglena* juga mempunyai kerongkongan anterior, meskipun tidak digunakan untuk menelan makanan yang berbentuk partikel. Di dalam sel terdapat juga vakuola kontraktil fungsinya sama dengan Protozoa, cobalah Anda ingat kembali!

Bagaimana cara *Euglena* mendapatkan makanannya? Organisme ini melakukan fotosintesis dalam kloroplas dan bersifat autotrofik fakultatif. Sebagian besar organisme ini mampu mengasimilasi substansi organik selama

fotosintesis. Bahkan, beberapa jenis *Euglena* dapat menelan makanan berbentuk partikel melalui lubang-lubang sementara yang berdekatan dengan kerongkongan.

Bagaimana pula cara dia memperbanyak diri? Pada dasarnya cara berkembang biak *Euglena* sama dengan Protozoa, yaitu secara aseksual. Pada umumnya golongan ini berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan biner membujur. Pada mulanya membelah menurut poros bujur. Selnya yang mempunyai 2 bulu cambuk dan kloroplas yang berbentuk piala serta mengandung pirenoid. Sebelum membelah, pirenoid melebar melintang dan kedua bulu cambuknya saling berjauhan. Pirenoid dan kloroplas lalu mengadakan lekukan dan selnya akan membelah menjadi dua individu baru yang masing-masing dengan satu bulu cambuk disertai dengan pembentukan stigma. Agar lebih jelas, perhatikan Gambar 5.18!



Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 5.18 *Euglena*, pembelahan biner membujur

Keterangan:

- a - c: inti membelah
- d - e: membran plasma menggenting
- f : terbentuk dua sel anak

b) Filum Pyrrophyta

Seperti tampak pada Gambar 5.19, *Pyrrophyta* disebut sebagai Dinoflagelata yang sering dikenal sebagai ganggang api. Mengapa disebut sebagai ganggang api? Dia mampu memancarkan cahaya yang berwarna merah menyala seperti api, terutama pada saat malam hari di air laut. Hampir seluruh Dinoflagelata uniseluler, yaitu tersusun atas satu sel dan bergerak aktif, yaitu memiliki satu flagel, mempunyai dinding sel nyata yang terdiri atas lempengan-lempengan yang mengandung selulose, tetapi ada beberapa yang tidak berdinding sel, misalnya *Gymnodinium*. Ciri khas dari sel ini



Sumber: Concept in Biology, 2004

Gambar 5.19 Dinoflagelata

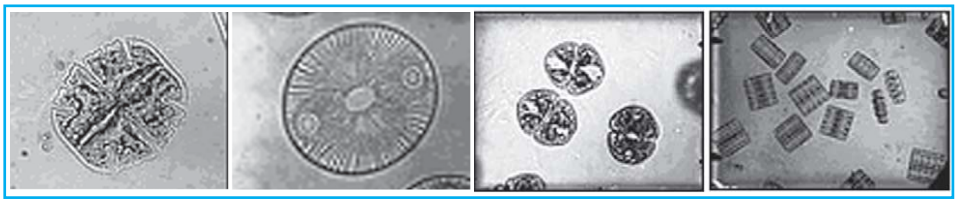
adalah di sebelah luar sel terdapat celah dan alur serta di dalam sel terdapat plastida yang mengandung klorofil dan karatinoid sehingga berwarna cokelat kekuning-kuningan.

Cara memperbanyak diri Pyrrophyta sama seperti *Euglena*, yaitu dengan membelah diri. Dinoflagelata hidup di air tawar maupun di air asin. Beberapa genus, misalnya *Gonyaulax* dapat dijumpai pertumbuhan yang *blooming* atau *red tides* (pasang merah) yang menyebabkan air pasang merah dan bersifat beracun di alam sekitar lautan. Beberapa speciesnya sering menghasilkan racun bagi ikan dalam jumlah yang besar, tetapi tidak pada kerang-kerang yang hidup. Jika suatu saat Anda memakan kerang hendaknya berhati-hati sebab ada kerang yang terkena racun, bila ini kita makan kita bisa keracunan pula.

Berdasarkan penjelasan tentang *Euglena* ini, menurut pendapat Anda, apakah Dinoflagelata mempunyai arti penting bagi kita? Pikirkan!

c) Filum Chrysophyta

Chrysophyta sering dinamakan alga pirang atau alga keemasan karena mendapatkan warna dari karatinoid cokelat kuning yang disebut *fukosantin* dan juga memiliki klorofil a dan b; memiliki sel yang bersifat uniseluler dan banyak yang berflagel. Terdiri atas 5300 species, 5000 buah yang merupakan Diatom. Jadi, sebagian besar kelompok ini adalah *Diatom*. Bagaimana bentuk dari Diatom? Perhatikan Gambar 5.20 berikut ini!

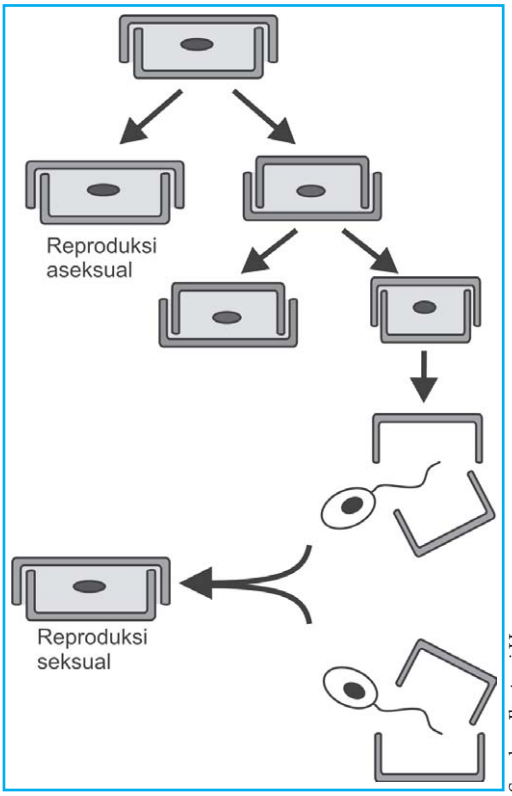


Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 5.20 Bentuk-bentuk kerangka *Diatom*

Coba Anda perhatikan! Pada gambar di atas, *Diatom* mempunyai bentuk seperti kotak dan mempunyai dinding sel. Selnya tersusun atas dua belahan, yaitu wadah (*hipoteka*) dan tutup (*epiteka*). Apabila sel ini membelah, maka pada awalnya antara wadah dan tutup akan terpisah. Selanjutnya, masing-masing akan membentuk wadah dan tutupnya sendiri. Jadi, bagian tutup (*epiteka*) membentuk wadah baru (*hipoteka*) dan bagian wadah akan membentuk tutup baru dan mempunyai ukuran lebih kecil. Setelah terbentuk, jika selnya akan membelah lagi maka prosesnya sama, demikian

seterusnya sampai lama kelamaan selnya berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat untuk membelah lagi. Jika hal ini terjadi, maka isi sel akan keluar selanjutnya akan membentuk dinding sel baru yang berukuran normal. Reproduksi seksual dengan cara oogami seperti yang terlihat pada Gambar 5.21, amati dan pelajarilah!



Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 5.21 Reproduksi seksual oogami

Apakah peranan *Diatom* dalam kehidupan alam? *Diatom* yang hidup di air tawar maupun lautan mempunyai bagian yang penting dalam kehidupan, yaitu sebagai sumber makanan bagi Protista tak berwarna atau hewan-hewan kecil sehingga dapat memperpanjang kehidupan organisme lainnya. Setelah mati, cangkangnya tidak akan hancur sehingga cangkang tersebut lama kelamaan akan menumpuk di dasar laut sampai berjuta-juta tahun lamanya sehingga dapat membentuk 'tanah diatom'. "Tanah diatom" ini sangat berguna, antara lain sebagai agen penyaring untuk menjernihkan cairan, sebagai bahan tak tembus suara, bahan penggosok, bahan isolasi, bahan dasar kosmetik, dan penyekat dinamit. Coba Anda pikirkan jika satu sentimeter kubik tanah diatom mengandung 4,6 juta cangkang diatom, apabila dimanfaatkan menjadi berbagai produk seperti telah disebutkan, berapa banyak produk yang bisa dihasilkan? Tentu saja hal ini sangat berarti bagi perekonomian kita bukan?

Jika ingin melihat *Diatom*, Anda bisa melakukannya dengan cara kerja seperti pada Kegiatan Kelompok 1. Hanya menggunakan tanah basah, untuk itu cari tanah yang berwarna kuning keemasan dengan mengambil lapisannya untuk diamati di bawah mikroskop, kemudian bandingkan hasil pengamatan Anda dengan yang ada di buku!

c. Protista Mirip Jamur

Jamur golongan ini mempunyai struktur tubuh dan cara bereproduksi yang berbeda dari kelompok jamur pada umumnya. Gerakan dan reproduksinya mirip dengan *Amoeba* sehingga dimasukkan dalam anggota Protista. Termasuk anggota ini adalah filum *Oomycota* dan *Myxomycota*. Sebelum Anda mempelajari ciri-ciri dari kedua filum tersebut, sebaiknya terlebih dahulu Anda melihat bentuk nyata dari jamur itu. Untuk itu, lakukan Kegiatan Kelompok 4 berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengetahui bentuk jamur Oomycota dan Myxomycota

Alat dan Bahan :

1. Mikroskop
2. Objek dan *cover glass*
3. Pinset
4. Botol
5. Air sungai
6. Bangkai ikan
7. Kentang busuk

Cara Kerja :

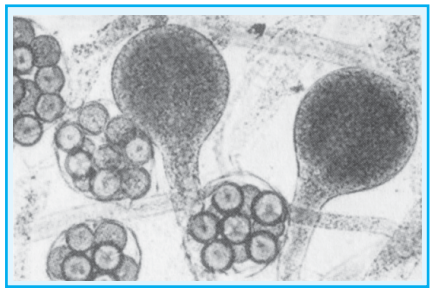
1. Siapkan bahan terlebih dahulu, yaitu carilah kentang busuk yang terdapat lendir berwarna keputihan atau kekuningan. Siapkan pula bangkai ikan yang diberi air sungai, lalu masukkan ke dalam botol 100 ml dan biarkan selama 3-4 hari.
2. Apabila bahan tersebut sudah siap, yaitu untuk bangkai ikan jika sudah terlihat bentukan seperti kapas, ambillah kedua bahan tersebut dengan pinset, yaitu untuk kentang diambil pada bagian yang berlendir dan berwarna keputihan/kekuningan dan untuk bangkai ikan diambil bentukan seperti kapas.
3. Letakkan masing-masing pada objek glass, kemudian tetesi dengan air secukupnya, lalu tutuplah dengan kaca penutup.
4. Selanjutnya amatilah di bawah mikroskop, mulai dari perbesaran lemah sampai yang kuat.
5. Gambarlah hasil pengamatan Anda
6. Berapa jenis jamur yang Anda temukan? Jika ada, apakah ada perbedaannya?
7. Konsultasikan hasil pengamatan Anda pada guru.

Beberapa filum pada jamur adalah sebagai berikut.

1) Filum Oomycota/Jamur Air

Jamur ini hidup di tempat yang lembap atau air, oleh sebab itulah disebut sebagai "jamur air". Bagaimana bentuk dari jamur ini? Perhatikan Gambar 5.22!

Terlihat bahwa benang-benang hifanya tidak bersekat melintang dan dijumpai inti dalam jumlah yang banyak. Dinding selnya terdiri atas selulose. Ciri khas dari jamur ini adalah menghasilkan sel berflagela yang berguna untuk berenang di dalam air, sedangkan pada jamur yang lain tidak pernah menghasilkan flagela. Oleh karena itulah filum ini dimasukkan dalam Protista.



Sumber: www.uogeulph.co

Gambar 5.22 *Saprolegnia*

Bagaimana cara jamur air memperbanyak diri? Seperti pada organisme lain, jamur ini berkembang biak secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dia menghasilkan spora berflagel yang disebut "zoospora" dan secara seksual dengan membentuk gamet jantan dan betina, kemudian terjadilah fertilisasi dan terbentuklah zigot yang tumbuh menjadi *oospora* yang mempunyai dinding tebal. Pada waktu terjadi fase istirahat, dinding ini digunakan untuk perlindungan, kemudian oospora akan tumbuh menjadi benang-benang baru yang disebut *hifa*.

Apa peranan jamur ini? Organisme-organisme ini mempunyai sifat ekonomis yang tidak begitu penting. Misalnya, *Saprolegnia* hidup sebagai saprofit pada bangkai-bangkai hewan di air seperti yang Anda lakukan pada Kegiatan Kelompok di atas. Dengan demikian, di dalam air tidak dipenuhi bangkai makhluk hidup dan sampah. *Phytophthora* (jamur karat putih) sebagai parasit, misalnya *P. nicotinae* parasit pada tembakau, *P. palmifera* pada kelapa, *P. infestans* pada kentang.

2) Filum Myxomycota/Jamur Lendir

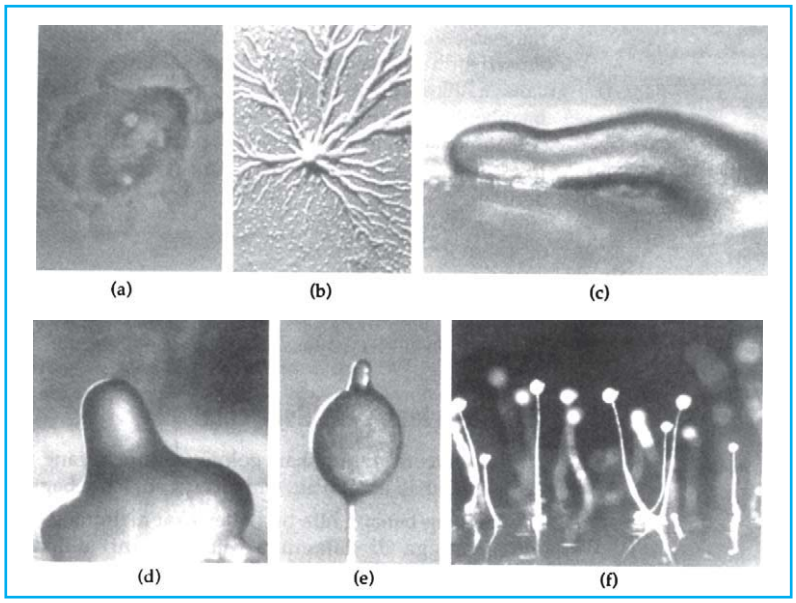
Anggota kelompok ini dikenal sebagai jamur lendir karena mempunyai masa berlendir yang menyebar dalam daur hidupnya yang disebut dengan plasmodium'. Plasmodium ini mempunyai banyak nukleus.

Apa yang dimaksud dengan 'plasmodium'? Pengertian 'plasmodium' di sini tidak sama dengan plasmodium malaria seperti yang sudah Anda pelajari di depan. Plasmodium merupakan masa protoplasma yang telanjang (tanpa dinding), ukuran dan warnanya sangat beragam, dan dapat berubah-ubah bentuknya pada saat merayap di atas permukaan substrat atau

medium yang ditempatinya. Dalam keadaan yang menguntungkan, misalnya tersedia makanan, maka plasmodium dapat bergerak-gerak seperti *Amoeba* menyerbu makanannya tersebut sambil tumbuh, sehingga ukurannya semakin bertambah.

Apabila keadaan tidak sesuai untuk pertumbuhan, misalnya kekeringan atau tidak ada makanan, maka organisme ini menjadi tidak aktif dan akan berubah sifatnya menjadi tubuh buah/tangkai-tangkai yang akan menghasilkan spora seperti jamur. Spora tersebut akan tumbuh dan berkembang, kemudian menjadi matang. Setelah matang, akan pecah dan akan menyebar dibantu oleh angin. Jika jatuh di tempat yang cocok, maka akan berkecambah dan membentuk sel-sel tunggal yang bergerak dengan flagela dan pseudopodia. Selanjutnya, sel-sel itu berpasangan dan mulailah terjadinya pembentukan plasmodium yang baru.

Dengan keunikan dalam daur hidupnya, maka jamur ini dikelompokkan dalam anggota Protista seperti jamur. Agar lebih jelas, cobalah amati Gambar 5.23 berikut ini!

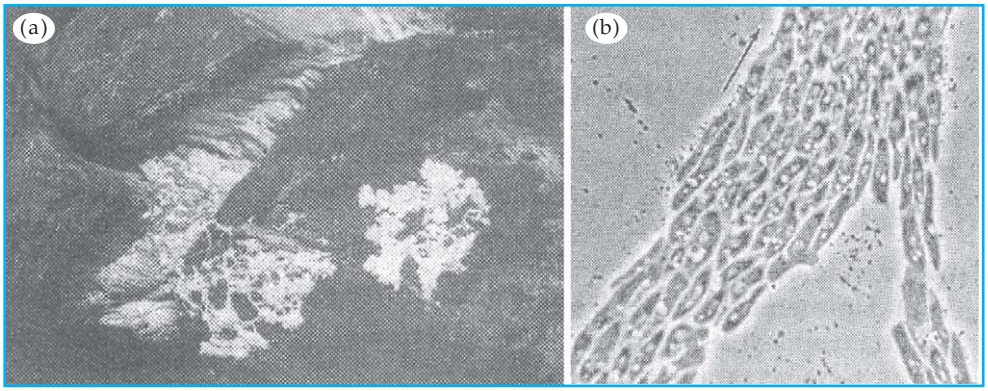


Sumber: Biologi I A, 2004

Gambar 5.23 Pertumbuhan Myxomycota

Keterangan:
a) Tahapan plasmodium/amoeboid
b) Berkumpul dan bergerak memusat
c) Bentukan seperti siput tak bercangkang bergerak menuju cahaya
d) Pergerakan berhenti, mulai terbentuknya sporangium
e) Kepala sporangium (badan buah)
f) Sporangium saling berkumpul

Makanan apa saja yang dibutuhkan jamur tersebut? Jika kita lihat dari tempat hidupnya, yaitu hidup di hutan basah, batang kayu yang membusuk, sampah basah, tanah lembap, maka makanan yang dibutuhkan adalah bahan organik, bakteri, daun, atau kayu-kayu yang mati.



Sumber: Biologi I A, 2004

Gambar 5.24 (a) Jamur lendir *Physarum* merupakan jamur lendir tak bersekat, sel-selnya tidak dapat dipisahkan, dan (b) *Dictyostelium* merupakan jamur lendir bersekat, sel-selnya dapat dipisahkan

Perhatikan contoh dari jamur lendir antara *Physarum* dan *Dictyostelium*! Berdasarkan gambar terlihat adanya perbedaan, yaitu ada tidaknya sekat. Untuk itulah jamur lendir ini dikelompokkan dalam dua tipe, yaitu jamur lendir tidak bersekat seperti *Physarum* dimasukkan dalam Myxomycota dan jamur lendir bersekat seperti *Dictyostelium discoideum* dimasukkan dalam Acrasiomycota. Apa perbedaan kedua tipe jamur tersebut? Karena Myxomycota tidak bersekat maka sel-selnya tidak dapat dipisahkan dan mempunyai banyak inti, sedangkan yang bersekat Acrasiomycota berupa kumpulan sel-sel yang dapat dipisahkan.

Apa peranan jamur lendir bagi kehidupan? Sama halnya dengan jamur air, beberapa jamur lendir jika hidup parasit pada tanaman akan menginfeksi akar tanaman yang menyebabkan pembengkakan akar dan penyakit yang dikenal dengan 'bengkak akar'. Tanaman yang terserang jamur ini akarnya akan membusuk dan lama kelamaan akan mati. Infeksi terjadi bila *zoospora* menembus anak akar tanaman inangnya dan segera menjadi miksamoeba (organisme amoeboid yang telanjang) yang tumbuh menjadi plasmodium. Selanjutnya, plasmodium akan tumbuh sehingga ukurannya bertambah yang mengakibatkan akar-akar tanaman inang membengkak. Saat infeksi itu berlangsung, spora-spora pun ikut terbentuk dan akan menghuni sel-sel tanaman inang sampai sel-sel itu menjadi busuk, kemudian spora-spora dibebaskan dan siap menginfeksi bibit tanaman baru, seperti pada kubis dan kentang yang dapat rusak sehingga menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan akhirnya akan mati sebelum waktunya. Misalnya, *Phytium* penyebab penyakit rebah semai yang merusak bibit tanaman.

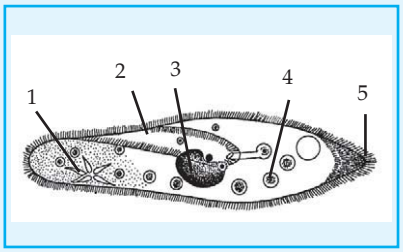
RANGKUMAN

1. Protista merupakan mikroorganisme eukariota yang memiliki ciri menyerupai hewan, tumbuhan, atau jamur.
2. Protista dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu Protista mirip hewan, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip jamur.
3. Protista mirip hewan adalah golongan Protozoa. Protozoa dimasukkan dalam kelompok kosmopolit yang hidup di perairan sebagai zooplankton. Ada pula yang hidup di daratan basah, bersifat saprofitik sehingga sangat berperan dalam keseimbangan ekologi.
4. Bila berada dalam keadaan bahaya, Protozoa dapat membentuk sista.
5. Cara reproduksi Protozoa dengan cara pembelahan biner dan konjugasi.
6. Berdasarkan alat geraknya, Protozoa dibagi menjadi empat kelas, yaitu *Flagellata, Rhizopoda, Ciliata,* dan *Sporozoa.*
7. Protozoa yang bermanfaat bagi manusia, antara lain *Foraminifera* dan *Radiolaria*, yaitu sebagai indikator sumber minyak bumi. Adapun Protozoa juga bisa merugikan manusia, misalnya dapat menyebabkan penyakit tidur (*Trypanosoma gambiense*), penyakit kelamin (*Trichomonas vaginalis*), penyakit disentri (*Entamoeba histolitica*), dan penyakit malaria (*Plasmodium*).
8. Protozoa mirip tumbuhan adalah alga yang mikroskopis, antara lain *Euglenophyta, Phyrophyta,* dan *Chrysophyta.* Peranan yang penting bagi kehidupan adalah peran diatom yang dapat membentuk tanah diatom. Tanah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penggosok, bahan isolasi, kosmetik, dan penyekat dinamit.
9. Protista mirip jamur adalah kelompok jamur yang mikroskopis, yaitu *Oomycota* dan *Myxomycota.*

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Protista lebih maju dari kelompok virus dan bakteri karena sel-selnya sudah memiliki sifat
 a. autrotof
 b. aerob
 c. eukariot
 d. prokariot
 e. heterotrof
2. Dalam rantai makanan, Protozoa yang hidup di lingkungan daratan basah/akuatik adalah sebagai pemakan bakteri atau cendawan yang sering disebut
 a. Protozoa saprofitik
 b. Protozoa heterotrof
 c. Protozoa prokariot
 d. Protozoa aerob
 e. Protozoa kosmopolit
3. Pada saat nyamuk menghisap darah manusia secara bersamaan akan keluar cairan ludah nyamuk, dalam peristiwa tersebut ada kemungkinan *Plasmodium* masuk ke tubuh manusia dalam bentuk
 a. ookinet
 b. ookista
 c. sporozoit
 d. merozoit
 e. gametosit
4. Ada beberapa *Plasmodium* yang menyebabkan penyakit malaria. Penyakit tersebut ditandai dengan gejala suhu badan karena panas dingin berganti-ganti, setiap 2 hari sekali. Penyebab malaria tersebut adalah jenis *Plasmodium*
 a. *ovale*
 b. *falciparum*
 c. *malariae*
 d. *vivax*
 e. *kuartana*

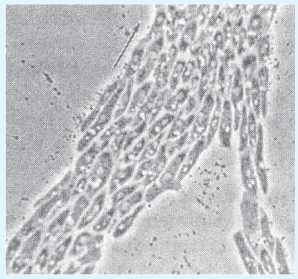
5. 

Perhatikan gambar di samping!
Gambar tersebut adalah *Paramecium*. Vakuola kontraktil ditunjukkan oleh nomor
a. 1
b. 2
c. 3
d. 4
e. 5

6. Jenis Dinoflagelata yang menyebabkan air pasang merah atau "red tides" dan bersifat beracun di sekitar lautan adalah
a. *Noctiluca*
b. *Ptycerodiscus*
c. *Ceratium*
d. *Gomynyaluta*
e. *Navicula*

7. Chrisophyta sering disebut sebagai alga pirang/alga keemasan karena mempunyai pigmen
a. fukosantin
b. xantofil
c. klorofil
d. fikosianin
e. fikoeritrin

8. Kelompok Protista yang mempunyai kelompok diatom adalah
a. Euglenophyta
b. Phyrophyta
c. Chrysophyta
d. Flagellata
e. Cyanophyta

9. 

Perhatikan gambar di samping!
Jamur lendir pada gambar tersebut adalah
a. *Saprolegnia*
b. *Physarum*
c. *Dictyostelium*
d. *Phytium*
e. *Pinnularia*

10. Penyakit yang pernah menyerang orang Afrika bagian barat yang sering dikenal dengan "penyakit tidur" disebabkan oleh
 a. *Trichonympha*
 b. *Trypanosoma gambiense*
 c. *Trichomonas vaginalis*
 d. *Giardia lamblia*
 e. *Leishmania donovani*

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Mengapa kelompok *Protista* disebut sebagai *Protozoa*?
2. Dalam hal apakah *Euglena* menyerupai tumbuhan dan hewan?
3. Bagaimana cara *Protista* memperoleh makanannya?
4. Jelaskan perbedaan cara bergerak antara *Flagellata*, *Amoeba*, dan *Ciliata*!
5. Buatlah skema daur hidup *Plasmodium* dan berikan keterangannya!
6. Bagaimana sifat-sifat dari jamur lendir yang menyerupai hewan dan tumbuhan?
7. Jelaskan reproduksi vegetatif dan generatif pada *Paramecium* dan *Plasmodium*!
8. Sebutkan peranan *Protista* bagi kehidupan!
9. Jelaskan yang dimaksud dengan penyakit rebah semai!
10. Jelaskan perbedaan antara *Euglenophyta, Phyrophyta,* dan *Chrysophyta!*

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di rumah, Anda memelihara seekor kucing. Suatu ketika, ada salah seorang dari keluarga Anda yang menderita penyakit toksoplasma yang ditularkan dari kucing tersebut.
 a. Apa yang harus Anda lakukan menghadapi permasalahan ini?
 b. Bagaimana cara mengobati penyakit tersebut?
 c. Tergolong penyakit menularkah penyakit toksoplasma ini? Jika ya, bagaimana cara mencegah agar Anda tidak tertular penyakit ini?
2. Di daerah Anda berjangkit penyakit demam berdarah yang mengakibatkan beberapa korban meninggal.
 a. Sebutkan tanda-tanda orang yang terkena penyakit ini!
 b. Bagaimana pencegahan yang dapat dilakukan agar tidak te rjangkit penyakit ini?
3. Protozoa sangat berperan di dalam keseimbangan ekologis. Bagaimana menurut Anda? Jelaskan.

BAB 6 JAMUR/FUNGI

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari jamur/fungi. Dengan mempelajari materi dalam bab ini diharapkan Anda dapat mengetahui ciri-ciri dari semua jenis jamur dengan cara melakukan pengamatan atau percobaan, sehingga dapat mengetahui manfaat dan kerugiannya serta dapat menggunakannya dalam kehidupan sehari-hari.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 6.1 Tempe

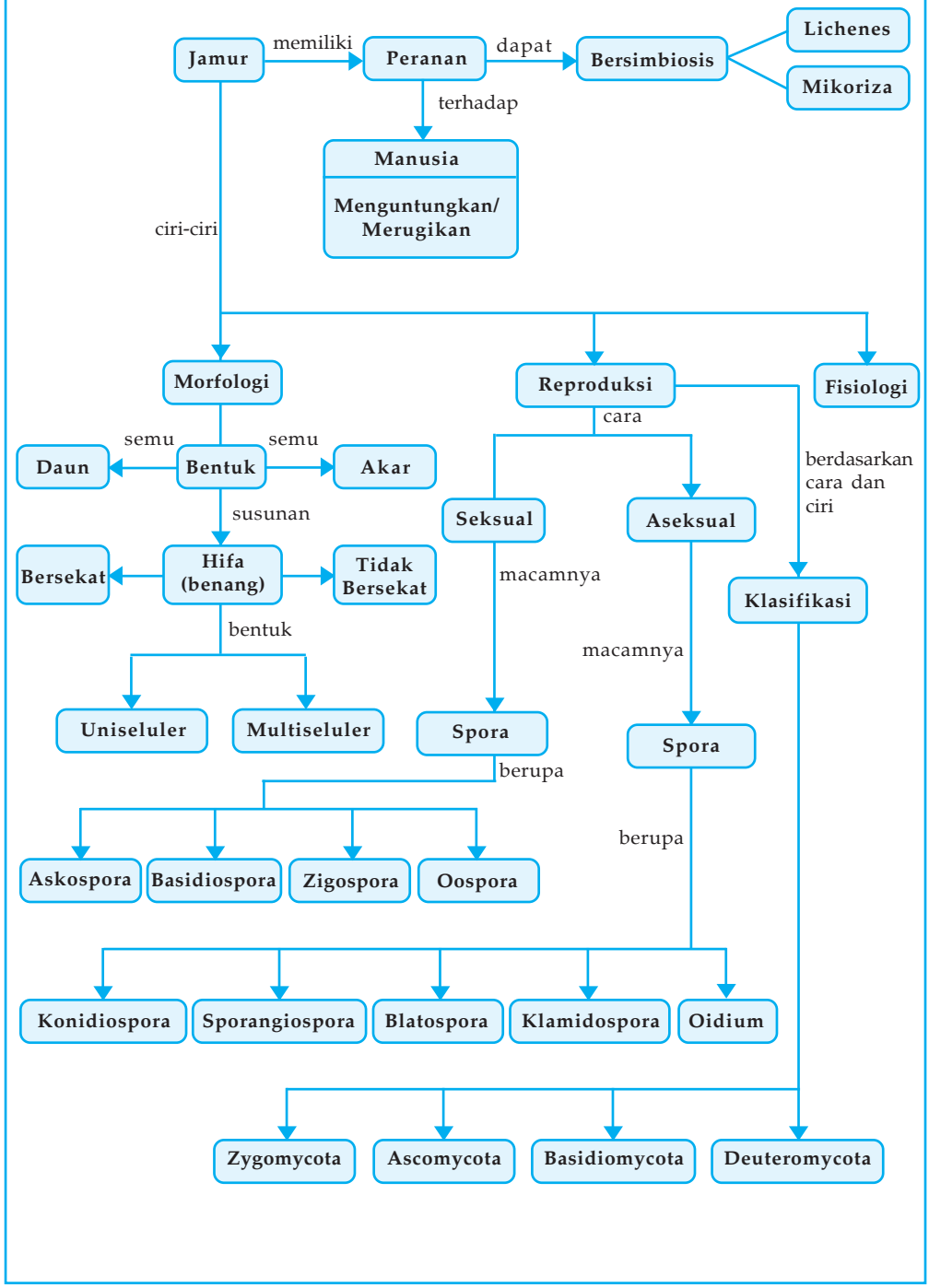
Kata Kunci

- fungi
- hifa
- septa
- spora
- miselium
- saprofit
- parasit
- simbiosis
- zygomycota
- basidiomycota
- deuteromycota
- mikoriza
- lichenes

Pada pelajaran sebelumnya Anda telah mempelajari tentang bentuk Protista yang mirip dengan jamur. Bagaimana dengan jamur atau fungi yang sebenarnya?

Coba Anda perhatikan jenis makanan pada Gambar 6.1! Tempe merupakan makanan khas dari Indonesia. Selain murah dan rasanya enak, tempe merupakan salah satu makanan yang memiliki kadar protein nabati tinggi. Tempe banyak diusahakan oleh masyarakat sebagai salah satu jenis kegiatan industri kecil.

PETA KONSEP


Jamur
memiliki
Peranan
dapat
Bersimbiosis
Lichenes
Mikoriza
terhadap
Manusia
Menguntungkan/ Merugikan
ciri-ciri
Morfologi
Reproduksi
Fisiologi
semu
semu
Daun
Bentuk
Akar
susunan
cara
berdasarkan cara dan ciri
Seksual
Aseksual
Bersekat
Hifa (benang)
Tidak Bersekat
macamnya
Klasifikasi
bentuk
macamnya
Uniseluler
Multiseluler
Spora
Spora
berupa
berupa
Askospora
Basidiospora
Zigospora
Oospora
Konidiospora
Sporangiospora
Blatospora
Klamidospora
Oidium
Zygomycota
Ascomycota
Basidiomycota
Deuteromycota

Tahukah Anda cara pembuatan tempe dan apakah yang berperan dalam proses peragian/fermentasi sehingga terbentuk 'tempe'? Fermentasi pada pembuatan tempe dibantu oleh suatu jamur atau cendawan, kapang, atau sering disebut juga dengan fungi. Inginkah Anda mengetahui lebih lanjut tentang bentuk jamur? Selain tempe, makanan atau minuman apa yang proses pembuatannya dibantu oleh jamur? Carilah informasinya!

Sebenarnya masih banyak jenis jamur di sekitar kita. Cobalah Anda amati lagi di sekitar halaman rumah, sekolah, atau kebun. Pernahkah Anda melihat jamur yang hidup di batang kayu atau di sekitar sampah? Bagaimana bentuk dari jamur tersebut, termasuk jenis apakah jamur itu? Ada jamur yang dapat dimakan, misalnya jamur merang dan jamur kuping. Jamur jenis ini memiliki nilai gizi yang tinggi, termasuk jenis apakah jamur ini?

Selain menguntungkan, jamur juga dapat merugikan, Misalnya menyebabkan penyakit dan kebusukan. Contoh penyakit yang disebabkan jamur adalah panu, kadas, dan keputihan, sedangkan kebusukan dapat menyerang akar, batang, daun, dan buah tanaman yang menyebabkan petani rugi.

Karena jamur berhubungan dengan kehidupan kita, maka kita mempelajari jamur lebih mendalam. Sebelum kita membahas akan masalah jamur, terlebih dahulu Anda lakukan kegiatan berikut agar dapat mengetahui secara nyata bentuk dan ciri-ciri jamur.

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengamati jamur

Alat dan Bahan:

1. Mikroskop
2. *Objek* dan *cover glass*
3. Jamur merang/jamur kuping/ jamur pada kayu
4. Tempe
5. Pinset
6. Air
7. Pipet tetes

Cara Kerja:

1. Siapkan bahan-bahan yang diperlukan.
2. Amati dan gambarlah jamur yang Anda bawa, misalnya jamur merang, jamur kuping, atau jamur pada kayu.
3. Gambarlah dan beri keterangan bagian-bagiannya.
4. Untuk tempe, ambillah jamur tempe (warnanya putih, berbentuk seperti benang atau kapas yang terdapat pada tempe) menggunakan pinset.

5. Setelah diambil, kemudian letakkan pada *objek glass* dan tetesi dengan air, lalu tutuplah dengan *cover glass*.
6. Amati di bawah mikroskop, dari mulai perbesaran lemah sampai perbesaran kuat
7. Gambarlah dan berilah keterangan-keterangannya.
8. Bandingkan bentuk dari kedua jamur itu!
9. Diskusikan dengan kelompok Anda apa perbedaan dari kedua jenis jamur tersebut.
10. Kemudian presentasikan di depan kelas.

A CIRI-CIRI JAMUR

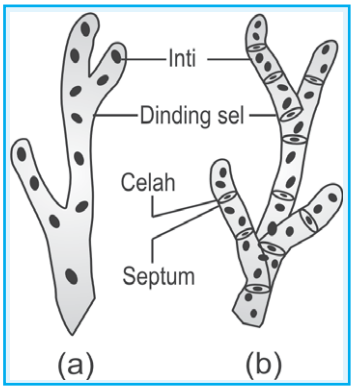
Jika Kegiatan Kelompok 1 yang Anda lakukan benar, maka Anda akan mengetahui ciri-ciri jamur. Beberapa ciri-ciri jamur yang perlu Anda ketahui adalah sebagai berikut.

1. Ciri Morfologi

Seperti yang Anda amati dalam Kegiatan Kelompok 1, bentuk jamur mirip dengan tumbuhan, tetapi tidak memiliki daun dan akar yang sejati, juga tidak mempunyai klorofil sehingga dia tidak dapat melakukan fotosintesis. Untuk itulah jamur digolongkan atau diklasifikasikan tersendiri karena tidak dapat digolongkan dalam tumbuhan atau hewan.

Dari hasil kegiatan yang Anda lakukan, Anda dapat mengetahui ternyata jenis jamur ada yang dapat dilihat secara langsung atau bentuknya *makroskopis* dan ada yang harus diamati menggunakan mikroskop karena bentuknya *mikroskopis*.

Pada umumnya jamur mempunyai sel banyak (*multiseluler*) misalnya jamur merang dan jamur tempe, tetapi ada juga yang bersel tunggal (*uniseluler*) seperti ragi atau yeast/ *Saccharomyces*. Jamur yang multiseluler tersusun atas benang-benang yang disebut dengan *hifa*. Apabila dilihat dengan mikroskop tampak bentuk hifa ini bersekat-sekat (bersepta) dan tidak bersekat, seperti tampak pada Gambar 6.2!



Gambar 6.2 Hifa yang bersekat dan tidak bersekat

Sumber : Ilustrasi Cahyo

Dari Gambar 6.2 tampak bahwa pada hifa yang bersekat, tiap sekat terdapat satu sel yang terdiri atas satu atau beberapa inti sel. Adapun pada hifa yang tidak bersekat, inti selnya tersebar di dalam sitoplasma yang disebut dengan *sinositik*. Seperti yang terlihat pada mikroskop, sel-sel jamur ini sudah memiliki membran inti sel, sehingga dikelompokkan sebagai organisme *eukariotik*. Dinding sel jamur ini terbuat dari kitin yang dapat memberikan bentuk dari sel-sel jamur.

Jalinan/kumpulan hifa-hifa ini akan membentuk suatu *miselium*, dan miselium inilah yang tumbuh menyebar di atas substrat dan berfungsi sebagai penyerap makanan dari lingkungannya.

Bagaimana cara jamur mendapatkan makanan? Seperti yang Anda lihat, karena jamur tidak mempunyai klorofil, jadi dia tidak dapat berfotosintesis, sehingga hidup secara heterotrof dengan memperoleh zat makanannya dengan cara menyerap dari lingkungannya atau substratnya. Tetapi makanannya yang masih berbentuk senyawa-senyawa kompleks akan diuraikan terlebih dahulu di luar sel jamur, yaitu dengan menghasilkan enzim-enzim *hidrolitik ekstraseluler*.

Makanan jamur bisa berasal dari sumber-sumber seperti tanah subur, produk makanan buatan pabrik, tubuh hewan atau tumbuhan, baik yang sudah mati (sebagai *saprofit*) atau yang masih hidup. Jamur yang hidup pada inang hidup dapat *bersimbiosis mutualisme,* yaitu dapat membantu tumbuhan memperoleh mineral dari tanah. Tetapi kebanyakan bersifat *parasit*, jamur ini memiliki *haustorium*, yaitu suatu hifa yang khusus digunakan untuk menyerap makanan dari inangnya.

2. Cara Bereproduksi

Secara alamiah, jamur dapat berkembang biak dengan dua cara, yaitu secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dilakukan dengan pembelahan, yaitu dengan cara sel membagi diri untuk membentuk dua sel anak yang serupa, penguncupan, yaitu dengan cara sel anak yang tumbuh dari penonjolan kecil pada sel inangnya atau pembentukan spora. Spora aseksual ini berfungsi untuk menyebarkan speciesnya dalam jumlah yang besar dengan melalui perantara angin atau air.

Ada beberapa macam spora aseksual, di antaranya seperti berikut.

a. ***Konidiospora***, merupakan konidium yang terbentuk di ujung atau di sisi hifa. Ada yang berukuran kecil, bersel satu yang disebut *mikrokonidium*, sebaliknya konidium yang berukuran besar dan bersel banyak disebut *makrokonidium*.
b. ***Sporangiospora***, merupakan spora bersel satu yang terbentuk dalam kantung yang disebut sporangium, pada ujung hifa khusus.

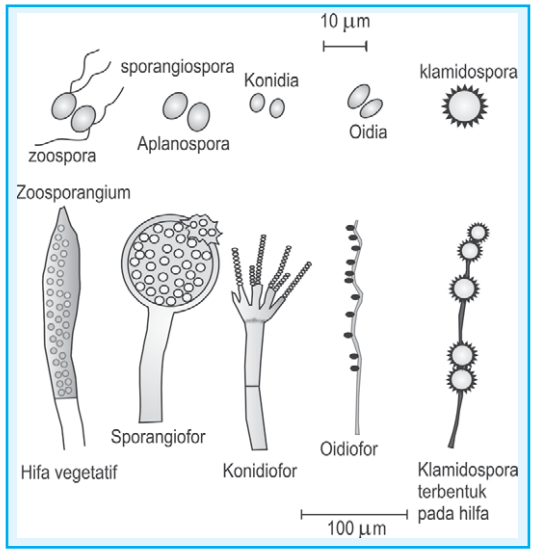
Ada dua macam sporangiospora yang tidak bergerak (nonmotil) disebut *aplanospora* dan *sporangiospora* yang dapat bergerak karena mempunyai flagela yang disebut *zoospora*.

a. ***Oidium/artrospora***, yaitu spora bersel tunggal yang terbentuk karena terputusnya sel-sel hifa.
b. ***Klamidospora***, merupakan spora bersel satu, berdinding tebal, dan sangat resisten terhadap keadaan yang buruk. Spora ini terbentuk dari sel-sel hifa yang somatik.
c. ***Blatospora*** merupakan tunas/kuncup pada sel-sel khamir.

Perhatikan dan amati macam-macam spora aseksual pada Gambar 6.3!

Perkembangbiakan jamur secara seksual dilakukan dengan peleburan inti sel/nukleus dari dua sel induknya. Reproduksi secara seksual ini lebih jarang dilakukan dan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan secara aseksual. Perkembangbiakan ini terjadi apabila berada dalam keadaan tertentu.

Seperti halnya spora aseksual jamur, jenis spora seksual jamur pun bermacam-macam, yaitu sebagai berikut.



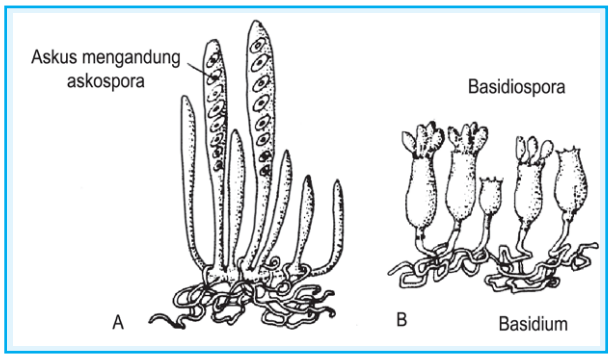
Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 6.3 Jenis-jenis spora aseksual pada jamur

Tabel 6.1 Macam-Macam Spora Seksual Jamur

No.	Macam Spora Seksual Jamur	Keterangan
1.	*Askospora*	Merupakan spora bersel satu yang terbentuk di dalam kantung yang dinamakan askus. Dalam setiap askus terdapat askospora.
2.	*Basidiospora*	Merupakan spora bersel satu yang terbentuk di atas struktur berbentuk gada yang dinamakan basidium.
3.	*Zygospora*	Merupakan spora besar berdinding tebal, terbentuk dari ujung-ujung dua hifa yang serasi yang dinamakan gametangia.
4.	*Oospora*	Merupakan spora yang terbentuk dari pertemuan antara gamet betina (oogonium) dan gamet jantan (anteridium), sehingga akan terjadi pembuahan (oosfer) dan akan menghasilkan oospora.

Perhatikan macam-macam spora seksual pada Gambar 6.4 berikut!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 6.4 Jenis-jenis spora seksual

3. Ciri Fisiologi

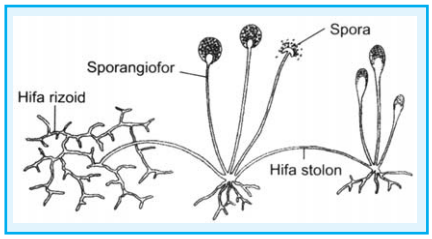
Cobalah Anda amati makanan seperti selai atau manisan yang sudah basi! Apabila sudah basi, sering makanan itu terlihat berwarna kehitaman, warna itu merupakan jamur yang merusak, bukan bakteri. Dengan demikian, dapat diketahui jamur lebih tahan hidup dalam keadaan alam sekitar yang tidak menguntungkan dibandingkan dengan jasad-jasad renik lainnya. Jamur dapat tumbuh pada suhu yang luas dari suhu yang mendekati 0°C sampai 37°C.

B KLASIFIKASI JAMUR

Seperti yang telah Anda pelajari sebelumnya, bahwa berbagai macam jamur mempunyai ciri-ciri seperti spora seksual dan struktur tubuh buah dengan tahap-tahap seksual dalam daur hidupnya. Oleh karena itu, berdasarkan pada cara dan ciri reproduksinya, jamur dikelompokkan dalam empat kelas, yaitu *Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota*, dan *Deuteromycota*. Pelajarilah satu per satu dalam uraian berikut!

1. Zygomycota

Seperti yang telah Anda lakukan pada Kegiatan Kelompok 1, yaitu mengamati jamur pada tempe, apabila Anda sudah mendapatkan bentuk dari jenis jamur ini, maka Anda akan mengetahui bentuk dari kelompok kelas ini. Bandingkan pengamatan Anda pada mikroskop dengan Gambar 6.5 berikut!



Sumber: Advanced Biology, 2000

Gambar 6.5 Struktur tubuh jamur tempe (*Rhizopus stolonifer*)

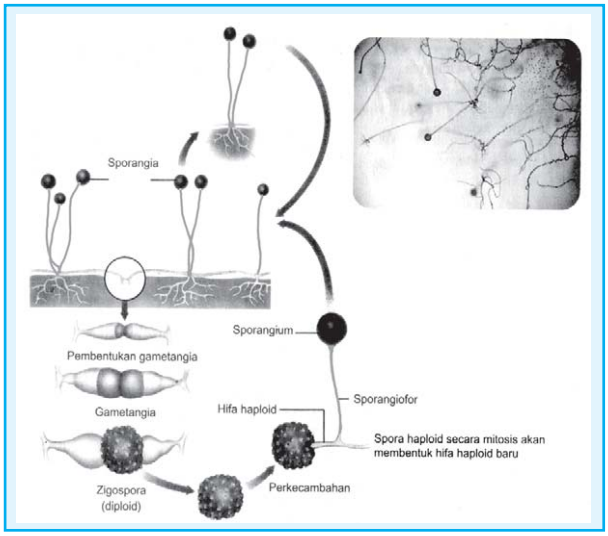
Berdasarkan Gambar 6.5 terlihat jelas bentuk struktur tubuh yang terdiri atas hifa dan sporangium. Jika hifanya menjadi tidak memiliki sekat (septa) atau hifa senositik, maka menjadi ciri khas dari kelompok kelas ini.

Kelompok kelas ini memiliki tiga jenis hifa, yaitu hifa yang menjalar di permukaan substrat disebut *stolon*, hifa yang menembus ke dalam substrat seperti akar disebut *rizoid*, dan hifa yang menjulang ke atas dan membentuk sporangium disebut *sporangiosfor*. Sporangium atau kotak spora akan menghasilkan *sporangiospora/spora*.

Jamur *Zygomycota* bisa menghasilkan spora, maka cara reproduksinya dapat dilakukan secara aseksual yaitu apabila sporangium telah matang (biasanya berwarna hitam) maka dindingnya robek dan pecah yang menghasilkan banyak spora, selanjutnya akan keluar dan menyebar dengan bantuan angin. Jika jatuh di tempat yang cocok, maka akan tumbuh membentuk hifa baru.

Ciri khas dari jamur ini adalah reproduksi seksualnya membentuk spora khusus, yaitu zigospora sehingga dimasukkan dalam kelas Zygomycota. Cara reproduksi dengan seksual, yaitu secara konjugasi, dimulai dari ujung-ujung hifa yang berlainan jenis terdiri atas hifa jantan (hifa +) dan hifa betina (hifa -), kedua hifa tersebut bersifat haploid (n). Apabila kedua hifa tersebut mengalami pembengkakan dan pemanjangan pada ujungnya, maka akan bertemu dan bersatu dan selanjutnya akan melebur dan akan menghasilkan zygot berdinding tebal yang disebut zygospora (bersifat diploid 2n). Karena berdinding tebal, maka dia tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk. Pada saat ini terjadi fase istirahat (dormansi) selama 1-3 bulan. Apabila keadaan lingkungan telah membaik, maka zygospora akan berkecambah serta tumbuh menjadi hifa-hifa baru dan akan membentuk sporangiosfor yang pada ujungnya terdapat sporangium yang berisi spora dan selanjutnya akan terjadi proses reproduksi aseksual, demikian seterusnya.

Berdasarkan uraian di atas, coba Anda cermati, manakah fase yang lebih panjang, fase haploid ataukah fase diploid? Pikirkan! Agar pemahaman Anda tentang perkembangbiakan secara seksual dan aseksual pada kelas Zygomycota lebih jelas, perhatikan Gambar 6.6!



Sumber: Biologi, 2000

Gambar 6.6 Perkembangbiakan secara aseksual dan seksual pada *Rhizopus stolonifer*

Rhizopus stolonifer dapat membantu terbentuknya tempe, yaitu dapat membantu menguraikan protein kedelai menjadi protein sederhana dan asam amino, dengan bantuan enzim yang dikeluarkan. Karena dia mampu menguraikan, sehingga mempunyai kesamaan fungsi dengan bakteri, coba Anda ingat kembali tentang bakteri! Bagaimana cara pembuatan tempe? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui cara pembuatan tempe

Alat dan Bahan :

1. Kedelai
2. Ragi tempe
3. Air
4. Daun pisang atau plastik
5. Panci, baskom, kompor, penyaring

Cara Kerja :

1. Siapkan kedelai, cucilah terlebih dahulu kemudian rebuslah sampai matang dengan menggunakan panci.
2. Setelah matang, cucilah kembali sampai bersih dan kulit kedelai itu mengelupas, lakukan pencucian secara berulang-ulang.

3. Rendamlah kedelai dalam air bersih selama semalam dengan menggunakan baskom atau ember.
4. Setelah direndam, rebuslah kembali sampai mendidih.
5. Setelah bersih, tiriskan dengan penyaring, biarkan dalam keadaan dingin terlebih dahulu.
6. Setelah dingin, campurkan ragi tempe secukupnya.
7. Bungkus kedelai itu secukupnya menggunakan plastik atau daun pisang, kemudian letakkan di tempat yang hangat selama 1-2 hari agar terjadi fermentasi.
8. Selanjutnya, bukalah bungkusan tersebut. Apabila sudah terjadi fermentasi akan terbentuk tempe, mudah bukan cara pembuatan tempe?

Jamur kelas ini hidup secara saprofit, baik di tanah, sisa-sisa organisme, kayu lapuk, misalnya *Mucor* yang hidup pada roti yang sudah basi. Tetapi ada juga yang lebih menguntungkan, misalnya *Rhizopus oryzae* yang digunakan untuk pembuatan sake (minuman khas Jepang). Tahukah Anda cara pembuatan sake?

TUGAS INDIVIDU

Coba carilah informasi tentang pembuatan sake, Anda bisa mencari dari internet, surat kabar, televisi, atau restoran yang menjual sake. Apabila sudah mengetahui cara pembuatannya, Anda dapat mencoba membuatnya, bahkan bila mungkin dapat dipasarkan dalam skala kecil.

Selain untuk membuat sake, golongan jamur ini adapula yang digunakan untuk mengendalikan populasi nyamuk *Aedes aegypti* (penyebar penyakit demam berdarah), yaitu dengan menggunakan jamur *Entomophthera culicis.* Mengapa jamur ini dapat mengendalikan populasi nyamuk *Aedes aegypti*? Jamur *Entomophthera culicis* bisa hidup sebagai parasit di dalam rongga tubuh nyamuk, selanjutnya akan menggerogoti membran tubuh nyamuk bagian dalam sehingga lama kelamaan nyamuk tersebut akan mati.

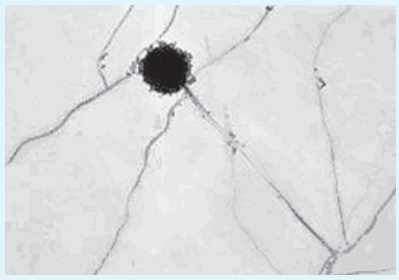
2. Ascomycota

Pernahkan Anda berpikir bahwa makanan seperti tape, roti, kue mangkuk, bahkan minuman bir dan alkohol merupakan hasil dari suatu jamur? Golongan jamur ini merupakan kelompok yang terbesar. Makanan itu merupakan contoh produk dari golongan jamur ini. Selain dapat menghasilkan produk-produk tersebut, jamur *Ascomycota* juga bersifat sebagai saprofit pada sampah, bahkan sebagai parasit pada tanaman.

Bagaimana struktur dari jamur itu? Untuk dapat mengetahuinya, cobalah lakukan Kegiatan Kelompok 3 berikut ini!

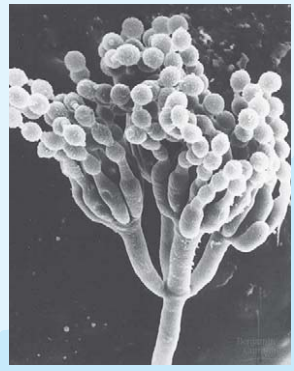
KEGIATAN KELOMPOK 3

Langkah kerja yang harus Anda lakukan sama dengan Kegiatan Kelompok 1, tetapi bahannya diganti dengan oncom berwarna merah, hijau, hitam, atau roti busuk yang berwarna hijau kebiruan. Setelah Anda mendapatkan jamur dari pengamatan menggunakan mikroskop, coba bandingkan dengan Gambar 6.7!



Sumber: www.wikipedia.com

Aspergillus



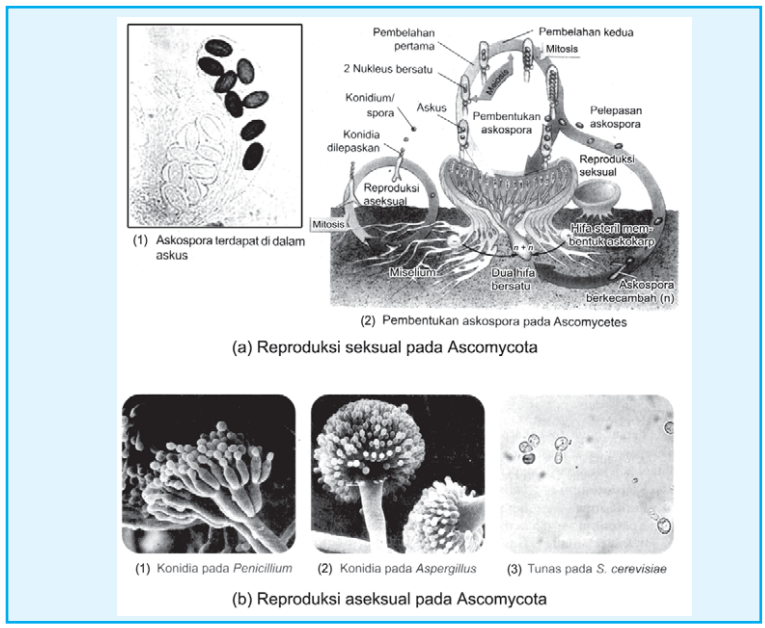
Sumber: www.cancerative.com

Penicillium

Gambar 6.7 *Aspergillus* dan *Penicillium*

Dari hasil kegiatan yang Anda lakukan terhadap jenis jamur *Penicillium* dan *Aspergillus*, terlihat benang yang hifanya bersekat dan berinti banyak serta terdapat kantung yang di dalamnya terdapat spora. Kantung ini disebut *askus*, berbentuk seperti mangkuk/botol yang akan menghasilkan spora. Para ahli menyebut spora askus ini dengan *konidia*. Warna konidia ada yang merah, hitam, biru dan hijau, warna ini tergantung dari jenis jamurnya.

Seperti halnya Zygomycota, jamur ini juga memiliki konidiospora, konidiosfor, askospora, serta mengalami perkembangbiakan secara aseksual dan seksual. Bagaimana prosesnya? Perhatikan Gambar 6.8 berikut ini!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 6.8 Perkembangbiakan seksual dan aseksual pada Ascomycotina

Dari hifa yang banyak dan di antara hifa bercabang-cabang terdapat hifa yang pada ujungnya membentuk alat kelamin betina dan biasanya mempunyai ukuran lebih besar disebut *askegonium* dan di dekat pada ujung hifa yang lain membentuk alat kelamin jantan yang disebut *anteridium*, masing-masing berinti haploid (n). Dari askegonium tumbuh saluran disebut *trikogen* yang menghubungkan dengan anteridium. Melalui saluran inilah inti sel/ nukleus pindah dan masuk ke askegonium, sehingga masing-masing inti dari askegonium dan anteridium akan berpasangan sehingga akan terbentuk pasangan inti yang berinti diploid (2n). Kemudian dari pasangan inti tersebut akan tumbuh hifa yang disebut hifa askogonium dikariotik (berinti dua/2n) yang akan membelah secara mitosis. Selanjutnya, hifa dikariotik tersebut akan bercabang-cabang, hifanya banyak bersekat melintang dan membentuk tubuh buah yang disebut *askokarp*. Pada ujung-ujung hifa dikariotik tersebut akan membentuk sel khusus yang akan menjadi *askus*, di dalam askus ini akan terjadi peleburan dua inti (2n). Selanjutnya, akan membelah secara meiosis yang membentuk 8 buah spora askus (*askospora*). Apabila terkena angin, maka spora askus tersebut akan menyebar ke mana-mana. Jika jatuh di tempat yang sesuai, akan tumbuh menjadi benang hifa baru dan akan menjadi banyak, demikian seterusnya.

Peristiwa ini merupakan salah satu cara perkembangbiakan Ascomycota secara seksual. Bagaimana dengan perkembangbiakannya secara aseksual? Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan cara membentuk tunas, pembentukan konidia, dan fragmentasi. Tunas yang telah masak akan terlepas dari sel induknya dan akan tumbuh menjadi individu baru.

Anda telah mengetahui cara Ascomycota memperbanyak diri. Askokarp yang dihasilkannya memiliki bentuk yang bermacam-macam dan inilah yang menjadi dasar untuk mengklasifikasikan Ascomycota. Beberapa macam bentuk Ascomycota adalah sebagai berikut.

a. Kleistotesium

Kelompok jamur ini berbentuk bulat tertutup yang merupakan ciri dari kelas *Plectomyces*. Contoh jamur ini antara lain genus *Penicillium* dan *Aspergillus*. Apa manfaat dari jamur tersebut? Beberapa di antaranya sebagai berikut.

1) *Penicillium*, misalnya *P. camemberti* dan *P. requeforti* untuk pembuatan keju. *P. notatum* dan *P. chrysogenum* dapat menghasilkan antibiotik. Sporanya berupa konidia, berwarna hijau kebiruan, dan berkembang biak secara vegetatif. Jamur ini dapat dijumpai pada makanan yang busuk seperti roti, kentang, nasi, yang berarti dia hidup sebagai saprofit.
2) *Aspergillus,* jamur ini dapat tumbuh di mana-mana, sporanya berupa konidia. Banyak sekali manfaat dari jamur ini, antara lain untuk pembuatan makanan dan minuman. Misalnya, *Aspergillus niger* untuk pembuatan sale, agar-agar, atau menjernihkan sari buah. *Aspergillus oryzae* untuk pembuatan tape, sake, melunakkan adonan roti. *Aspergillus wentii* untuk pembuatan kecap, tauco, dan sake. Selain menguntungkan, ada juga jenis *Aspergillus* yang merugikan seperti *Aspergillus flavus* yang menghasilkan racun aflatoksin. Jika ditemui dalam dosis tinggi pada hewan dan manusia dapat menyebabkan kematian, adapun pada dosis rendah dapat menyebabkan kanker. *Aspergillus fumigatus* merupakan salah satu penyebab penyakit pernapasan.

Tahukah Anda cara pembuatan tape? Untuk mengetahuinya lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengetahui cara pembuatan tape

Alat dan Bahan : Singkong atau beras ketan, ragi tape

Cara Kerja :

1. Kupaslah singkong, kemudian potonglah umbi tersebut sesuai dengan selera Anda. Untuk beras ketan cucilah sampai bersih kemudian rendamlah selama 12 jam.

2. Kukuslah singkong tersebut sampai matang, untuk beras ketan tanaklah sampai menjadi seperti nasi ketan.
3. Setelah matang, dinginkanlah, taburkan ragi tape secara merata pada singkong atau nasi ketan tersebut.
4. Masukkan pada tempat yang telah disediakan, misalnya pada keranjang yang diberi alas daun pisang. Untuk nasi ketan bisa dibungkus dengan daun pisang atau dimasukkan dalam toples, kemudian tutuplah dengan rapat.
5. Biarkan selama 2-3 hari, amati tape yang sudah terbentuk. Mudah bukan caranya, Anda bisa mencobanya di rumah.

b. Peritesium

Pada kelompok jamur ini, askokarpnya berbentuk botol yang merupakan ciri dari kelas *Pyrenomycetes*, contoh yang terkenal dari jamur ini adalah sebagai berikut.

1) *Neurospora*

Pernahkan Anda makan oncom? Oncom adalah makanan khas dari daerah Jawa Barat. Makanan ini sebenarnya merupakan hasil dari jamur yang terkenal dengan nama *Monila sitophila.* Oncom berasal dari bungkil kacang tanah, yaitu ampas kacang tanah setelah diambil minyaknya dan difermentasikan.



Gambar 6.9 Oncom

Sumber: Foto Cahyo

Bila Anda ingin mengetahui bentuk jamur ini, yaitu banyak dijumpai pada kayu-kayu terbakar saat musim penghujan, warnanya menarik, yaitu merah bata muda, dan bila diamati menggunakan mikroskop akan terlihat dengan jelas berderet-deret membentuk seperti kalung.

Selain untuk membuat makanan, jamur ini bisa digunakan untuk mengetahui pengaruh sinar X terhadap makhluk hidup, yaitu gen yang dapat menyebabkan mutasi. Manfaat ini pertama kali dikenalkan oleh **George Beadle** dan **Edward Tatum**.

Bagaimana jamur ini bisa digunakan untuk mengetahui pengaruh sinar X? Untuk mengetahuinya, lakukan Tugas Kelompok berikut ini!

TUGAS KELOMPOK

Carilah informasi dari buku ilmiah, majalah, surat kabar, internet atau sumber lain tentang *Neurospora* yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh sinar X, sinar ini dapat menyebabkan mutasi. Diskusikanlah hasilnya bersama teman-teman sekelas Anda! Tuliskan hasil diskusi di buku tugas Anda?

2) *Roselinia arcuata*

Jamur ini hidup sebagai saprofit pada kayu yang mati. Coba carilah jamur golongan ini yang memiliki bentuk askokarp seperti botol/bulat berlubang.

3) *Xylaria tabacina*

Biasanya jamur ini terdapat di pegunungan pada pohon yang busuk, bentuknya bulat panjang bertangkai dengan warna kehitam-hitaman.

c. Apotesium

Bentuk askokarp jamur ini seperti cawan atau mangkok, contohnya antara lain,

1) *Peziza aurantia*, hidup sebagai saprofit di sampah;
2) *Marshella esculenta, Tuber* sp., dapat dimanfaatkan sebagai makanan.

d. Askus Telanjang

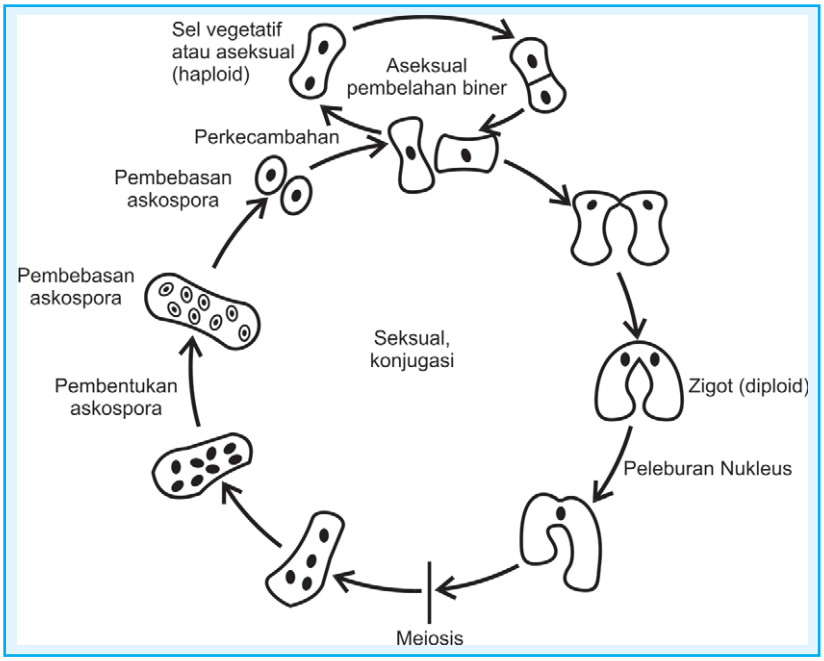
Golongan jamur ini tidak membentuk badan buah yang merupakan ciri dari kelas Protoascomycetes. Contoh jamur yang terkenal adalah sebagai berikut.

1) *Saccharomyces cerevisiae*

Jamur ini lebih dikenal dengan nama pasaran ragi/kamir/yeast, yang dapat digunakan untuk membuat tape, roti, alkohol, bahkan minuman bir. Jamur ini banyak dijumpai pada kulit buah-buahan. Ciri utamanya adalah tidak mempunyai hifa dan tubuh buah, serta selnya berbentuk bulat.

Apabila keadaan lingkungan buruk, reproduksinya dilakukan secara seksual, yaitu sel ragi yang haploid (n kromosom) bersatu dengan sel ragi haploid yang lain, kemudian akan menghasilkan zygot yang diploid (2n kromosom).

Zygot akan membesar sehingga akan membentuk askus, kemudian intinya akan mengalami pembelahan meiosis yang menghasilkan 8 buah inti baru haploid kemudian tumbuh menjadi 8 spora haploid (spora askus) yang akan tumbuh menjadi sel baru. Akan tetapi, bila keadaan lingkungan baik, ragi ini dapat berkembang biak secara aseksual, yaitu dengan membentuk tunas, dengan memisahkan diri dan seringkali tunas tersebut melekat pada induknya dan bertunas lagi sehingga membentuk koloni. Agar lebih jelas, perhatikan Gambar 6.10 berikut ini!



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 6.10
Reproduksi *Saccharomyces* secara seksual dan aseksual

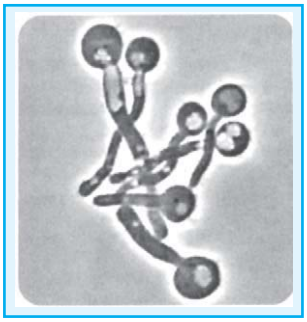
Biasanya jamur yeast digunakan sebagai bahan pengembang makanan seperti roti. Mengapa adonan makanan itu bisa mengembang? Ragi atau yeast ini mempunyai kemampuan untuk mengubah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Karbon dioksida inilah yang menyebabkan roti tersebut dapat mengembang. Prosesnya seperti berikut.

$$\underset{\text{gula}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{alkohol}}{2C_2H_5OH} + \underset{\text{karbon dioksida}}{2CO_2} + \text{energi}$$

Berdasarkan reaksi tersebut, coba pikirkan mengapa air tape bila disimpan dalam botol tertutup selama 1 minggu, maka botol akan meledak? Bagaimana proses terjadinya peristiwa itu? Diskusikan dengan teman Anda!

2) *Candida albicans*

Jamur ini dapat menyebabkan penyakit *kandidiasis*, yaitu suatu penyakit pada selaput lendir mulut vagina dan saluran pencernaan.



Sumber: www. wikipedia.com

Gambar 6.11
Candida albicans

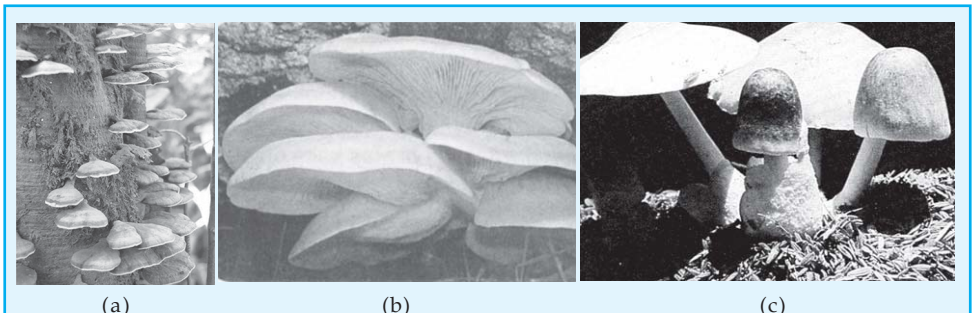
3) *Trichoderma*

Jamur Trichoderma dapat menghasilkan enzim selulose yang dipakai untuk menguraikan selulosa. Biasanya dimanfaatkan untuk produksi *Single Cell Protein*.

Karena kehidupan golongan jamur ini sangat luas dan terdapat pada berbagai tempat, yaitu ada yang hidup sebagai parasit, saprofit, dan ada pula yang menguntungkan, maka dikatakan golongan jamur ini merupakan divisio jamur yang memiliki anggota terbesar, yaitu mencapai lebih dari 60.000 species. Berdasarkan kenyataan ini kita dapat membayangkan betapa besar hasil ciptaan-Nya.

3. Basidiomycota

Perhatikan jamur seperti tampak pada Gambar 6.12! Jamur tersebut sering kita temukan pada pohon, jerami, atau tanah pada waktu musim penghujan. Anggota jamur ini lebih dari 25.000 species. Jamur ini memiliki perkembangan paling tinggi di antara kelompok jamur lainnya, yaitu merupakan jamur yang makroskopis, dapat dilihat langsung, dan mempunyai ukuran yang besar. Bila diamati, bentuk tubuh buahnya menyerupai payung, bentuk dan warnanya bermacam-macam. Tubuh buahnya ini disebut *basidiokarp*.



(a) (b) (c)

Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 6.12 (a) Jamur kayu, (b) jamur tiram, dan (c) jamur merang

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang struktur jamur, lakukan Kegiatan Kelompok 5 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 5

Tujuan : Mengetahui struktur jamur

Alat dan Bahan :

1. Jamur merang atau jamur kuping
2. Pisau
3. Lup dan mikroskop
4. Kaca objek dan kaca penutup
5. Air dan pipet tetes

Cara Kerja :

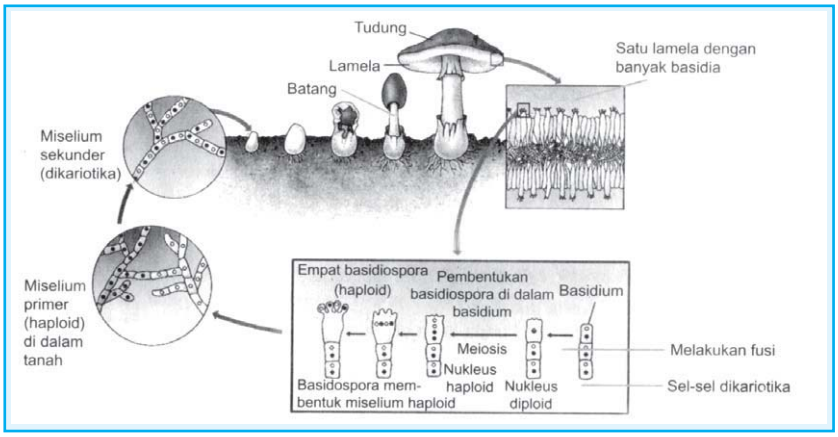
1. Setelah Anda mendapatkan salah satu jamur tersebut, amatilah tubuh buahnya dengan menggunakan lup.
2. Gambarlah dan berilah nama bagian-bagiannya.
3. Setelah menggambar, sayatlah tubuh buahnya menggunakan pisau secara melintang setipis mungkin.
4. Letakkan di atas kaca objek, lalu berilah setetes air dan tutuplah dengan kaca penutup.
5. Amatilah di bawah mikroskop lalu gambarlah hasil pengamatan Anda!

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, akan terlihat bagian-bagian tubuh jamur seperti berikut.

a. Tudung, yaitu bagian atas berbentuk seperti payung.
b. Tangkai, terletak di bawah tudung.
c. Lamella, letaknya di bawah tudung berbentuk lembaran.
d. Annulus, posisinya melingkari batang berbentuk cincin.

Jika Anda amati, tubuh buah (*basidiokarp*) terdiri atas jalinan hifa yang bersekat dikariotik (masing-masing sel mempunyai inti yang berpasangan). Ujung-ujung hifanya menggembung membentuk basidium, pada basidium inilah akan terbentuk spora.

Bagaimana daur hidup *Basidiomycota*? Amati Gambar 6.13 berikut ini dan pelajarilah!



Sumber: Biologi, 1992

Gambar 6.13 Daur hidup jamur *Basidiomycota*

Spora yang dihasilkan oleh basidium (basidiospora) bersifat haploid dan tumbuh membentuk hifa-hifa yang bersekat, tiap sekat berinti satu, ada yang sebagai hifa + (jantan) dan ada hifa – (betina). Jika keduanya bertemu akan terjadi *plasmogami*/percampuran plasma sel dan akan terbentuk sel hifa yang dikariotik/dua inti.

Hifa tersebut akan terus berkembang membentuk miselium yang masih bersifat dikariotik, sehingga akan terbentuk tubuh buah basidiokarp yang bentuknya seperti payung. Basidiokarp ini akan menghasilkan basidium yang terdapat pada lapisan disebut *himenium*. Di sinilah akan terjadi *kariogami*, yaitu persatuan dua inti menjadi satu dan inti ini akan mengalami pembelahan meiosis untuk membentuk 4 spora haploid yang disebut dengan *basidiospora*, demikian seterusnya.

Perlu Diketahui

Kandungan protein jamur tiram 3,5 - 4% dari berat basah, berarti proteinnya 2 kali lipat dibandingkan asparagus dan kubis. Bila dihitung dengan berat kering, jamur ini mengandung protein 19-35%, sementara beras 7,3%, gandum 13,2%, kedelai 39,5%, susu sapi 25,5%. Dengan demikian kandungan protein jamur ini tertinggi setelah kedelai. Selain itu, jamur ini juga mengandung asam amino essensial yang tidak bisa disintesis dalam tubuh.

Sebagian besar jamur ini dimanfaatkan sebagai makanan karena tubuh buahnya memiliki rasa yang enak dan mengandung nilai gizi yang tinggi. Contohnya sebagai berikut.

a. Jamur merang (*Volvariella volvaceae)*, tempat hidupnya memerlukan kelembapan yang tinggi.

b. Jamur kuping (*Auricularia polytricha),* hidup sebagai saprofit pada kayu lapuk, mempunyai warna cokelat kehitam-hitaman. Jamur ini sering digunakan untuk campuran sayur sup.

c. Jamur tiram (*Pleurotus* sp.*),* tumbuh di kayu lapuk dan dapat ditanam pada serbuk gergaji.

d. Jamur shitake merupakan jamur yang sering diproduksi di Cina dan Jepang, hidup pada batang kayu.

Akan tetapi, tidak semua jamur ini dapat kita manfaatkan sebagai makanan seperti jamur kayu *Ganoderma applantum*, *Amanita caecaria* tidak beracun, *Amanita verna* beracun, hidup di tanah putih atau merah, dan *Exobasidium vexans* hidup parasit pada tanaman teh.

Tahukah Anda bahwa jamur tiram (*Pleurotus* sp.) dapat ditanam pada serbuk gergaji sehingga kita dapat memanfaatkan sampah dari kayu ini. Bagaimana cara membudidayakannya? Cobalah lakukan Kegiatan Kelompok berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 6

Tujuan : Membiakkan jamur tiram

Alat dan Bahan :
1. Serbuk gergaji
2. Biakan murni jamur tiram
3. Plastik
4. Pipa plastik
5. Panci, kukusan, dan kompor

Cara Kerja :

1. Sediakan biakan murni jamur tiram.
2. Masukkan serbuk gergaji dalam plastik dan letakkan pipa plastik di tengahnya sebagai tempat biakan, lalu tutuplah dengan karet.
3. Rebuslah seperti memasak nasi dengan menggunakan kukusan dan panci.
4. Setelah dingin, kemudian bukalah plastik tersebut dan masukkan biakan jamur tiram dengan menggunakan sendok secara aseptik, yaitu dekat dengan api.
5. Tutup kembali plastik itu dan inkubasi selama 7 hari.
6. Jika sudah terlihat tubuh buahnya, bukalah plastik itu agar tumbuh menjadi besar.

7. Setelah berbuah, siap untuk dipanen.
8. Perlu diingat, pada serbuk gergaji bila sudah terlihat pertumbuhan sporanya bisa digunakan biakan murni untuk dikembangbiakkan lagi.

Untuk mengembangbiakkan jamur merang, cara yang perlu dilakukan hampir sama, hanya medianya diganti dengan jerami.

4. Deuteromycota

Anda sudah mengetahui bahwa pengelompokan jamur dibedakan oleh macam spora seksual yang dihasilkannya, yaitu askospora dan basidiospora. Tetapi setelah para ahli mengadakan penelitian ternyata ada beberapa jenis yang belum diketahui reproduksi seksualnya, sehingga cara perkembangbiakannya dilakukan secara aseksual. Untuk itulah para ahli mengelompokkan secara khusus jamur ini, yaitu dalam kelompok *Deuteromycota* atau sering disebut *fungi imperfecti*.

Ada sekitar 25.000 species jamur ini, misalnya *Tinea versicolor* penyebab panu, *Epidermophyton floocossum* penyebab penyakit kaki atlet, *Microsporium* penyebab penyakit rambut dan kuku, *Trichophyton* dan *Epidermophyton* penyebab penyakit kulit dan kuku. Apabila kita amati kebanyakan jamur ini hidup sebagai parasit.

Jamur oncom pada mulanya digolongkan dalam Deuteromycota, tetapi oleh seorang ahli Indonesia **Prof. Dwidjoseputero** dari IKIP Malang yang mengadakan penelitian berhasil menemukan bahwa jamur *Monila sitophila* dapat melakukan reproduksi seksual, yaitu menghasilkan askus. Selanjutnya, jamur ini dimasukkan dalam *Ascomycota* dan diubah namanya menjadi *Neurospora sitophila*.

C SIMBIOSIS ANTARA JAMUR DENGAN MAKHLUK HIDUP LAIN

Tahukah Anda bahwa jamur bisa hidup bersimbiosis dengan akar tumbuh-tumbuhan dan ganggang/alga? Pernahkah Anda melihat lumut kerak dan pohon pinus atau melinjo yang ditemukan banyak jamur berbentuk payung, namun keduanya hidup sangat subur? Untuk mengetahuinya lebih lanjut, pelajarilah uraian berikut dengan baik!

1. Mikoriza

Pohon pinus dapat hidup dengan subur karena terjadinya simbiosis antara jamur melalui hifanya yang masuk dalam akar tanaman pinus. Pinus akan mendapatkan air serta unsur-unsur hara dan jamur tersebut akan mendapatkan zat organiknya. Jamur ini dinamakan mikoriza. Jamur yang membentuknya biasanya dari golongan *Zygomycota*, *Ascomycota*, dan *Basidiomycota*. Bagaimana struktur dari mikoriza ini? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 7

Tujuan : Mengamati struktur mikoriza

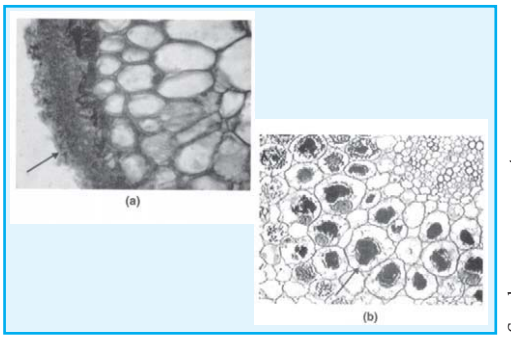
Alat dan Bahan :

1. Akar pinus dan akar kacang-kacangan
2. Mikroskop
3. Kaca benda dan penutup kaca
4. Pisau
5. Air
6. Pipet tetes

Cara Kerja :

1. Sediakan akar pinus dan akar tanaman jenis polongan, misalnya kacang, potonglah akar tersebut kemudian cucilah.
2. Setelah dipotong, sayatlah setipis mungkin secara melintang.
3. Letakkan sayatan akar tersebut pada kaca benda, kemudian tetesi dengan air lalu tutuplah dengan penutupnya.
4. Amati di bawah mikroskop mulai dari perbesaran lemah sampai perbesaran kuat.
5. Gambarlah hasil pengamatan Anda, kemudian diskusikan dan bandingkan dengan sumber-sumber buku yang ada.
6. Kesimpulan apa yang Anda dapatkan?

Dari hasil kegiatan yang telah kalian lakukan, dapat diketahui ada dua jenis *Mikoriza*, yaitu pada akar pinus merupakan *ektomikoriza* dan *endomikoriza* pada akar kacang. Perhatikan Gambar 6.14 ini!



Sumber: www.apsnet.org

Gambar 6.14 (a) *Ektomikoriza* (b) *Endomikoriza*

Pada ***ektomikoriza***, terlihat hifanya tidak menembus di dalam akar (korteks), tetapi hanya sampai pada epidermis saja. Adanya jamur ini, akar sudah tidak memerlukan bulu akar, tetapi tanaman tersebut sudah mendapatkan air dan unsur hara lebih dari cukup berkat jamur ini. Karena itulah tumbuhan ini tahan terhadap kekeringan dan terlindung dari serangan jamur lain yang berbahaya. Jamur ini tidak dapat tumbuh dan bereproduksi tanpa menggunakan akar inangnya.

Adapun pada ***endomikoriza***, hifanya akan menembus akar sampai ke bagian korteks. Jamur ini selain terdapat pada akar polong-polongan juga dapat hidup di akar anggrek, akar sayuran seperti kol. Kebalikan dari ektomikoriza, jamur ini mampu hidup tanpa ada inangnya. Hidupnya di mana-mana, asalkan pada tanah. Manfaatnya sama dengan ektomikoriza, selain itu dapat pula membantu pertumbuhan bintil akar untuk fiksasi nitrogen.

2. Lumut Kerak (Lichenes)

Pernahkah Anda melihat lumut kerak yang menempel pada pohon dan berwarna keperakan? Sepintas, terlihat seperti organisme tunggal dan seperti species lumut. Bentuknya berupa lembaran tipis seperti kerak. Sebenarnya lumut kerak ini merupakan gabungan miselium jamur yang di dalamnya terjalin sel-sel alga dan keduanya saling bersimbiosis mutualisme. Jamurnya adalah golongan *Ascomycota* atau *Basidiomycota* dengan alga hijau/*Chlorophyta* atau alga biru/*Cyanophyta* yang uniseluler.

Ada sekitar 18.000 species *Lichenes* yang sudah diidentifikasi. Lichenes ini mampu hidup pada lingkungan yang kurang baik, dapat ditemukan di bebatuan. Bagaimana hubungan kedua



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 6.15
Lumut kerak pada batu

organisme tersebut sehingga dapat tumbuh menjadi Lichenes? Coba ingat kembali materi tentang alga! Alga mempunyai klorofil sehingga dia mampu melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan makanan. Selanjutnya, makanan tersebut digunakan oleh jamur untuk hidup dan tumbuh. Jamur melalui hifa-hifanya dapat menyerap dan menyimpan air dan mineral yang juga akan digunakan oleh alga. Jadi, keduanya saling membutuhkan.

Meskipun keduanya hidup sendiri-sendiri, tetapi dengan hidup pada lumut kerak lebih menguntungkan bagi keduanya, karena mereka mampu hidup pada substrat atau tempat yang organisme lain tidak dapat hidup, misalnya batu. Karena mampu hidup pada batu-batuan, Lichenes ini dikatakan sebagai organisme perintis yang mampu hidup di atas batu. Lichenes tersebut memulai pembentukan tanah dengan melapukkan permukaan batuan dan menambahkan kandungan zat-zat yang dimiliknya. Lichenes dapat juga digunakan sebagai indikator pencemaran udara, karena dia tidak mampu hidup pada udara yang sudah tercemar. Jadi, apabila di suatu daerah tidak ada Lichenes, ini menunjukkan bahwa udara di daerah tersebut sudah tercemar. Selain itu, Lichenes dapat dimanfaatkan pula sebagai obat, digunakan sebagai penambah rasa dan aroma, serta pigmen yang dihasilkan dapat dibuat kertas lakmus celup untuk menentukan indikator pH.

Berapa banyakkah jenis lumut kerak yang dapat kita temukan? Lumut kerak yang talusnya seperti kerak dan melekat erat substratnya dinamakan *krustosa*, misalnya *Physcia.* Jika talusnya berbentuk seperti daun dinamakan *foliosa*, misalnya *Parmelia.* Jika bentuk talusnya tegak seperti semak atau mengantung seperti pita/jumbai dinamakan *fruktikosa,* misalnya *Usnea* (lumut janggut) yang melekat pada pucuk pohon di daerah pegunungan. Sejak dahulu, *Usnea* dimanfaatkan sebagai obat tradisional karena mengandung asam usnin, yang merupakan bahan antibiotik. Agar lebih jelas, amatilah Gambar 6.16!



Sumber: Indonesian Heritage, 2002

Gambar 6.16 Beberapa jenis lumut kerak

Lichenes memperbanyak diri secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dilakukan dengan cara *fragmentasi*, yaitu dengan potongan lumut kerak, maka induk akan terlepas. Apabila jatuh di tempat yang cocok akan tumbuh menjadi individu baru. Dapat juga dilakukan dengan membuat struktur khusus yang disebut *soredia,* yaitu sel-sel alga yang terbungkus oleh hifa, terdapat pada permukaan talus Lichenes, warnanya putih seperti tepung. Sel-sel alga ini dapat terlepas, jika jatuh pada tempat yang cocok, maka akan tumbuh menjadi Lichenes baru. Adapun perkembangbiakan jamur dan alga secara seksual dilakukan sendiri-sendiri. Jamur dapat membentuk askokarp atau basidiokarp yang mengandung spora. Jika sporanya masak akan pecah dan terlepas kemudian dibawa angin. Jika jatuh di tempat yang cocok dan bertemu dengan alga, maka akan terbentuk Lichenes.

Agar pemahaman Anda tentang struktur Lichenes lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 8 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 8

Tujuan : Mengetahui struktur Lichenes

Alat dan Bahan :

1. Lumut kerak di pohon, batuan, ranting, kayu
2. Mikroskop
3. Kaca benda dan penutupnya
4. Air dan pipet tetes

Cara Kerja :

1. Sediakan jenis-jenis Lichenes, amati dan bandingkan tubuh buah antara satu dengan lainnya, lalu gambarlah.
2. Irislah lumut tersebut secara melintang setipis mungkin, letakkan pada kaca benda dan tetesi dengan air, lalu tutuplah dengan penutupnya.
3. Amatilah dengan menggunakan mikroskop mulai perbesaran lemah sampai perbesaran kuat, lalu gambarlah hasil pengamatan Anda kemudian tentukan rhizoid, hifa, alga, dan miseliumnya.
4. Bandingkan hasil yang Anda dapatkan dengan buku-buku/literatur yang ada kemudian diskusikan.
5. Buat kesimpulan dari kegiatan ini.

RANGKUMAN

1. Jamur merupakan suatu organisme *heterotrof* yang bersel tunggal atau banyak, eukariotik, tidak berklorofil, tidak mempunyai daun dan akar sejati, dinding selnya mengandung kitin.
2. Jamur yang bersel banyak (multiseluler) tersusun atas benang-benang yang disebut hifa. Hifa itu ada yang bersekat atau bersepta dan tidak bersepta. Hifa yang tidak bersekat inti selnya tersebar di dalam sitoplasma yang disebut *sinositik*.
3. Jalinan atau kumpulan hifa-hifa akan membentuk miselium yang berfungsi sebagai penyerap makanan dari lingkungannya.
4. Cara jamur memperoleh makanan dengan cara menyerap dari lingkungan atau substratnya. Makanan tersebut berbentuk senyawa kompleks yang diuraikan dengan menggunakan enzim hidrolitik ekstraseluler.
5. Jamur atau fungi ada yang hidup sebagai saprofit, parasit, dan dapat pula bersimbiosis.
6. Jamur berkembang biak secara aseksual dan seksual. Aseksual dengan cara pembelahan dan penguncupan. Beberapa spora aseksual adalah *konidiospora, sporangiospora, oidium/astrospora, klamidospora,* dan *bentospora*. Perkembangbiakan seksual dilakukan dengan peleburan inti sel/nucleus dari dua sel induknya. Jenis spora seksual jamur bermacam-macam, yaitu askospora, basidiospora, zigospora, dan oospora.
7. Berdasarkan cara dan ciri reproduksinya, jamur dikelompokkan dalam empat kelas, yaitu *Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota,* dan *Deuteromycota.*
8. Kelas *Zygomycota* memiliki tiga jenis hidrofit, yaitu *stolon*, *rizoid*, dan *sporangiospora*, mempunyai hifa yang tidak memiliki septa/sekat dan hifanya sinositik sebagai ciri khas dari kelompok ini.
9. *Ascomycota* memiliki hifa yang bersekat, berinti banyak, terdapat kantung spora (*askus/konidia*). Reproduksi aseksual dilakukan dengan *konidia*, *fragmentasi*, dan pembentukan tunas. Adapun reproduksi seksual dilakukan dengan *konidiospora*. Berdasarkan bentuk askokarp yang bermacam-macam, *Ascomycota* dibedakan menjadi empat, yaitu *kleistotesium*, *peritesium*, *apotesium*, dan askus telanjang.

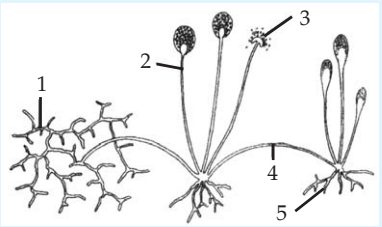
10. *Basidiomycota* merupakan jamur makroskopis yang perkembangannya paling tinggi. Tubuh buahnya menyerupai payung, bersekat yang disebut basidokarp. Basidokarp terdiri atas jalinan hifa, kariotik, ujungnya membentuk basidium yang menghasilkan basidiokarp.
11. *Deuteromycota* disebut *fungi imperfecti*, merupakan jamur yang membentuk spora vegetatif yang belum memiliki cara reproduksi seksual, memiliki hifa bersekat.
12. Simbiosis antara jamur dengan makhluk lain, yaitu mikoriza, lichenes (lumut kerak). Mikoriza adalah jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Lumut kerak adalah simbiosis antara jamur dan alga bersel satu.
13. Peranan jamur ada yang menguntungkan dan merugikan bagi kehidupan manusia. Peran yang menguntungkan misalnya sebagai bahan pangan, obat-obatan, dan asam organik. Peran yang merugikan misalnya membusukkan makanan dan dapat menimbulkan penyakit.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

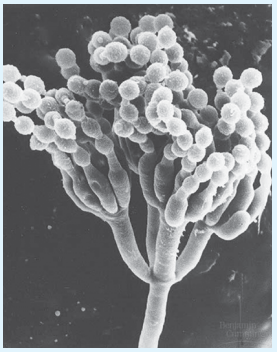
1. Jamur tidak dapat digolongkan ke dalam dunia tumbuhan karena
 a. mempunyai dinding sel
 b. bersifat autrotof
 c. tidak mempunyai klorofil
 d. mempunyai hifa
 e. mempunyai spora
2. Jenis jamur ada yang mempunyai hifa bersekat dan ada pula yang tidak bersekat. Pada hifa yang bersekat, inti selnya tersebar di dalam sitoplasma yang disebut
 a. sinositik
 b. haustorium
 c. parasit
 d. saprofit
 e. konidiospora
3. Berikut ini beberapa macam spora aseksual pada jamur, *kecuali*
 a. konidiospora
 b. oospora
 c. sporangiospor
 d. basidiospora
 e. artrospora

4. Klasifikasi jamur dikelompokkan berdasarkan
 a. ciri morfologi
 b. ciri fisiologi
 c. ciri biokimia
 d. ciri reproduksi
 e. habitatnya

5. 

Perhatikan dan amati gambar di samping!
Bagian sporangiosfor terdapat pada nomor
 a. 1
 b. 2
 c. 3
 d. 4
 e. 5

6. Jamur yang berperan dalam pembuatan tempe adalah
 a. *Aspergillus*
 b. *Mucor*
 c. *Rhizopus*
 d. *Penicillin*
 e. *Therospora*

7. 
Perhatikan struktur jamur pada gambar di samping!
Jamur tersebut salah satu contoh dari kelompok jamur
 a. Zygomycota
 b. Ascomycota
 c. Basidiomycota
 d. Deuteromycota
 e. Mikoriza

8. Jamur yang menghasilkan enzim selulose dan dapat dimanfaatkan untuk produksi *single cell protein* adalah
 a. *Trichoderma*
 b. *Candida albicans*
 c. *Sarcharomyces cereviceae*
 d. *Xylaria tubacina*
 e. *Monila sitophila*

9. Kelompok jamur yang sering disebut fungi imperfecti adalah
 a. Zygomycota
 b. Ascomycota
 c. Basidiomycota
 d. Deuteromycota
 e. Lichenes

10. Lichenes merupakan gabungan simbiosis antara jamur dan
 a. Ascomycota dan Chlorophyta
 b. Zygomycota dan Chlorohyta
 c. Basidiomycota dan Chrysophyta
 d. Basidiomycota dan Phyrrophyta
 e. Deuteromycota dan Chlorophyta

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Jelaskan tentang jamur (fungi) sesuai materi yang telah Anda pelajari!
2. Jelaskan tentang hifa, miselium, basidium, konidia, dan sporangiofor!
3. Gambarkan struktur tubuh jamur tempe (*Rhizopus stolonifer*) berikut keterangannya!
4. Apakah perbedaan antara jamur *Aspergillus* dan *Penicillium?* Jelaskan dan gambarkan jamur tersebut!
5. Sebutkan bentuk-bentuk Ascomycota dan berilah contohnya!
6. Apakah manfaat *Saccharomyces cereviceae*? Gambarkan siklus hidupnya dan berilah keterangan!
7. Sebutkan bagian-bagian tubuh dari jamur merang!
8. Mengapa jamur Deuteromycota disebut sebagai fungi imperfecti?
9. Apa yang Anda ketahui tentang mikoriza dan apakah manfaatnya?
10. Sebutkan contoh jamur yang menguntungkan dan merugikan manusia!

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di negara kita banyak sekali didapati peninggalan-peninggalan sejarah berupa candi. Di antara beberapa candi itu banyak yang mengalami kerusakan yang disebabkan oleh jamur.
 a. Mengapa jamur dapat merusak candi?
 b. Bagaimana cara mencegah agar jamur tidak merusak candi?
2. Pernahkah Anda membuat orang membuat roti. Terkadang roti yang dibuat tidak bisa mengembang. Mengapa bisa demikian? Bagaimana cara jamur roti mendapatkan makanannya?
3. Mengapa *Lichenes* dapat digunakan sebagai indikator pencemaran? Jelaskan jawaban Anda disertai alasan yang tepat!

ULANGAN BLOK 1

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Berikut ini merupakan ciri-ciri sains, *kecuali* ….
 a. dasar perkembangannya dari pengalaman empiris
 b. terdapat langkah-langkah sistematis dan baku
 c. cara berpikir logis
 d. objek kajian berupa benda konkret
 e. hasil yang diperoleh bersifat subjektif
2. Cara mempelajari IPA dengan menggunakan keterampilan proses. Langkah keterampilan proses yang tidak perlu dilakukan oleh peneliti adalah ….
 a. observasi
 b. menggolongkan
 c. menafsirkan
 d. memprediksi
 e. meramalkan
3. Urutan organisasi kehidupan dari tingkat rendah ke tinggi adalah ….
 a. sel - molekul - jaringan - organ - sistem organ - individu
 b. molekul - sel - jaringan - organ - sistem organ - individu
 c. jaringan - sel - molekul- organ - sistem organ - individu
 d. sel - jaringan - sistem organ - organ - individu
 e. makhluk hidup - sistem organ - organ - jaringan - sel - molekul
4. Kanker adalah penyakit yang diakibatkan karena adanya pertumbuhan sel yang tidak dapat dikendalikan dan bersifat ganas. Cabang biologi yang memegang peranan dalam hal ini adalah
 a. epidemiologi
 b. teratologi
 c. patologi
 d. sitologi
 e. bakteriologi
5. Berikut ini yang bukan merupakan ciri-ciri dari virus adalah ….
 a. hanya dapat hidup dalam sel-sel hidup
 b. dapat berbentuk kristal
 c. tidak dapat melewati saringan bakteri
 d. kulitnya terdiri atas protein
 e. tubuhnya terdiri atas protein
6. Vaksin adalah suatu zat yang mengandung bibit penyakit yang sudah dilemahkan untuk membentuk kekebalan aktif. Vaksin yang biasa diberikan secara oral adalah vaksin untuk mencegah penyakit
 a. tipus
 b. campak
 c. difteri
 d. polio
 e. hepatitis

7. Berikut ini nama-nama bakteri yang bermanfaat dalam produksi makanan.
 (1) *Lactobacilus casei*
 (2) *Lactobacillus bulgaricus*
 (3) *Acetobacter xylinum*
 (4) *Streptococcus lactis*
 (5) *Clostridium bitiricum*

 Di antara bakteri tersebut yang bermanfaat untuk pembuatan yoghurt dan nata de coco adalah ….
 a. 1, 2, 3
 b. 1, 4, 3
 c. 1, 5, 3
 d. 5, 4, 3
 e. 5, 2, 3
8. Habitat bakteri terdapat di berbagai macam tempat. Jika keadaan lingkungan buruk, maka bakteri akan membentuk ….
 a. kapsid dan endospora
 b. endospora dan selaput lendir
 c. kapsid dan selaput lendir
 d. flagela dan endospora
 e. flagela dan selaput lendir
9. Ketika nyamuk Anopheles betina menggigit manusia, maka akan keluar cairan ludah yang masuk ke dalam darah manusia dan ada kemungkinan masuknya Plasmodium ke dalam tubuh manusia dan membentuk ….
 a. tropozoit
 b. merozoid
 c. ookinet
 d. sporozoid
 e. ookista
10. Jamur yang hidup bersama dengan tumbuhan tingkat tinggi dalam bentuk simbiosis mutualisme dinamakan ….
 a. parasit
 b. saprofit
 c. heterotrof
 d. lichenes
 e. mikoriza

II. Jawablah dengan benar!

1. Sebutkan enam ciri-ciri IPA atau ilmu pengetahuan alam!
2. Jelaskan perbedaan antara kingdom Monera dan Protista dalam hal keadaan inti, cara hidup, dinding sel, contoh makhluk hidup!
3. Jelaskan yang dimaksud tentang penyakit AIDS dan SARS!
4. Sebutkan lima ciri virus!
5. Mengapa virus tidak dikelompokkan dalam kelompok makhluk hidup?
6. Jelaskan perbedaan antara bakteri autotrof dan bakteri heterotrof!
7. Apa peran lichenes dalam kehidupan?
8. Jelaskan proses pembentukan basidium dan basidiospora!
9. Bagaimana cara jamur mendapatkan makanannya?
10. Sebutkan ciri-ciri jamur!

BAB 7 DUNIA TUMBUHAN

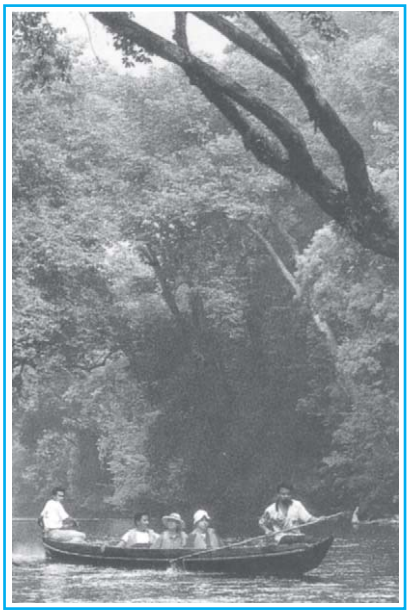
Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini, Anda akan mempelajari tentang ciri morfologi tumbuhan yang diamati secara langsung ataupun dengan alat bantu. Dengan mempelajari materi tersebut, diharapkan Anda dapat mengetahui ada tidaknya berkas pembuluh, ada tidaknya akar, batang, dan daun pada tumbuhan. Selain itu, diharapkan pula Anda dapat mengidentifikasi peran anggota dunia tumbuhan ini bagi kehidupan.

Di dunia ini terdapat keanekaragaman tumbuhan. Adanya keanekaragaman tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengelompokkan makhluk hidup yang berupa tumbuhan. Pengelompokan tumbuhan dalam kelompok-kelompok pada dasarnya dilakukan atas adanya persamaan dan perbedaan ciri yang dimiliki. Perhatikan contoh aneka tumbuhan pada Gambar 7.1 berikut!

Kata Kunci

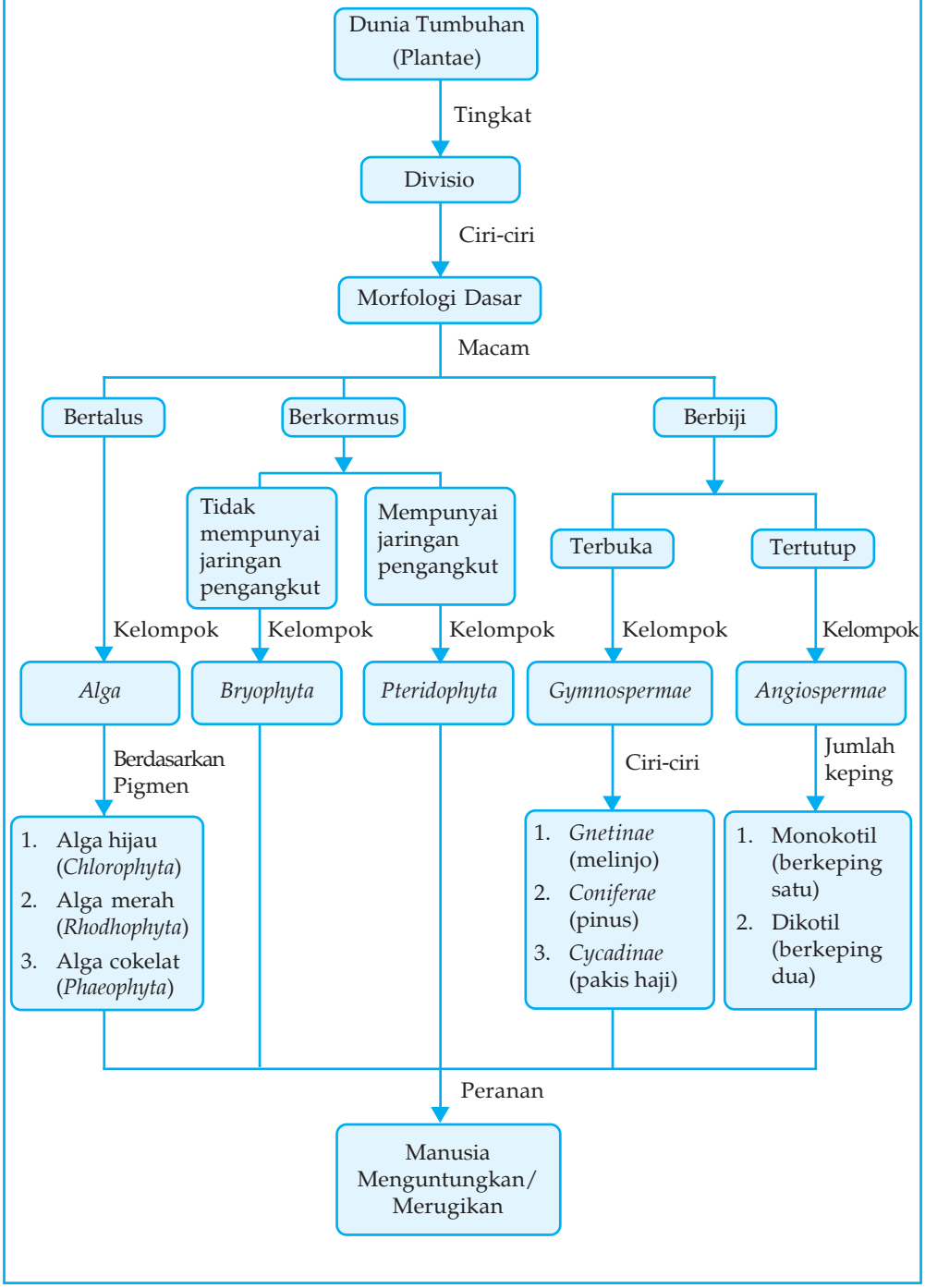
- thallophyta
- alga
- bryophyta
- lumut
- sporofit
- gametofit
- pteridophyta
- paku
- tropofit
- spermatophyta
- antophyta
- gymnospermae
- angiospermae
- monokotil
- dikotil



Sumber: Ensiklopedi Popular Anak, Jilid 4, 2005

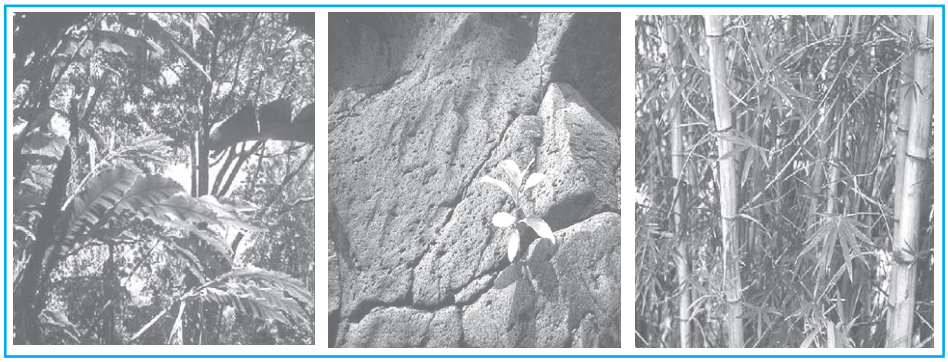
Gambar 7.1
Keanekaragaman hayati berupa tumbuhan

PETA KONSEP


Dunia Tumbuhan (Plantae)
Tingkat
Divisio
Ciri-ciri
Morfologi Dasar
Macam
Bertalus
Berkormus
Berbiji
Tidak mempunyai jaringan pengangkut
Mempunyai jaringan pengangkut
Terbuka
Tertutup
Kelompok
Kelompok
Kelompok
Kelompok
Kelompok
Alga
Bryophyta
Pteridophyta
Gymnospermae
Angiospermae
Berdasarkan Pigmen
Ciri-ciri
Jumlah keping
1. Alga hijau (Chlorophyta)
2. Alga merah (Rhodhophyta)
3. Alga cokelat (Phaeophyta)
1. Gnetinae (melinjo)
2. Coniferae (pinus)
3. Cycadinae (pakis haji)
1. Monokotil (berkeping satu)
2. Dikotil (berkeping dua)
Peranan
Manusia Menguntungkan/ Merugikan

A CIRI-CIRI UMUM TUMBUHAN

Perhatikan bermacam-macam tumbuhan pada Gambar 7.2!



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 7.2. Bermacam-macam tumbuhan

Banyak sekali jenis tumbuh-tumbuhan yang hidup di muka dunia ini. Ada yang hidup di wilayah daratan dan ada pula yang hidup di wilayah perairan. Macam-macam tumbuhan yang sering kita lihat umumnya terdiri atas bagian-bagian seperti akar, batang, dan daun. Namun, bila kita amati, ternyata jenis tumbuh-tumbuhan tersebut tidak hanya memiliki akar, batang daun. Coba Anda amati seperti jenis tumbuhan yang hidup di dinding, genteng, batu bata, atau tanah lembap. Jika Anda lihat tumbuhan tersebut merupakan tumbuhan yang belum dapat dibedakan atas akar, batang, dan daun.

Kenyataan itu membuktikan bahwa ternyata masih banyak sekali jenis-jenis tumbuhan yang belum banyak diketahui. Oleh sebab itu, pada bab ini Anda dapat mempelajari lebih jauh tentang dunia tumbuh-tumbuhan/Plantae.

Untuk mengamati dan mengetahui perbedaan ciri-ciri beberapa jenis tumbuhan, cobalah lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengetahui perbedaan ciri-ciri beberapa jenis tumbuhan

Alat dan Bahan :

1. Kaca pembesar
2. Alga/ganggang
3. Lumut
4. Suplir
5. Mangga
6. Melinjo
7. Rumput

Cara Kerja:

1. Setelah Anda mempersiapkan alat dan bahan-bahan yang sudah disediakan, gunakan kaca pembesar untuk mengamati bagian-bagian akar, batang, daun, bunga dan bijinya serta habitatnya.
2. Buatlah tabel dari hasil pengamatan itu dengan mengisikan data-data yang ada, kemudian bandingkan hasil pengamatan Anda dari tiap jenis-jenis tumbuhan tersebut.
3. Setelah Anda isikan data-data tersebut, kemudian diskusikan dengan teman dan buatlah kesimpulan dari diskusi itu.
4. Buatlah laporan tertulis, kemudian presentasikan dengan teman-teman Anda di kelas!

B MACAM-MACAM TUMBUHAN

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, dapat diketahui bahwa ternyata ada beberapa divisio tumbuhan.

1. Alga/Ganggang (Thallophyta)

Thallophyta merupakan tumbuh-tumbuhan yang tidak memiliki akar, batang dan daun sebenarnya, misalnya alga (ganggang).

a. Ciri-Ciri Alga

Sebelum kita mempelajari lebih jauh tentang alga (ganggang), terlebih dahulu Anda lanjutkan Kegiatan Kelompok 1 untuk mengetahui struktur tubuh alga lebih jelas! Untuk itu, lakukan Kegiatan kelompok 2 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh alga

Alat dan Bahan :

1. Air genangan sawah/parit atau air yang bercampur dengan permukaan tanah
2. Gelas plastik
3. Pipet
4. Mikroskop

Cara Kerja:

Ambillah air berwarna kehijauan yang tergenang di tanah yang lembab, sawah/parit. Ambil juga air yang berwarna keemasan/kecokelatan di permukaan tanah basah/lembap. Segera lakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop dengan cara mengambil air yang

sudah disediakan menggunakan pipet kemudian letakkan pada objek glass, lalu tutuplah dengan penutupnya. Letakkan pada mikroskop, amatilah dan gambarlah hasil pengamatan Anda!

Isikan hasil pengamatan Anda pada tabel berikut di buku tugas Anda!

No.	Gambar Hasil Pengamatan	Bentuk Tubuh (lembaran, berkoloni bersel satu)	Warna	Habitat
1. 2. 3. 4. 5.				

1. Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, jenis alga apa yang paling banyak ditemukan?
2. Apakah ada jenis alga yang dapat bergerak dan alga yang tidak bergerak? Bila ada, coba amati ciri-ciri yang membedakannya!
3. Apakah dari semua alga yang Anda amati, dapat dilihat bentuk kloroplasnya? Mengapa bisa demikian? Diskusikan dengan kelompok Anda! Tulislah kesimpulan yang Anda peroleh di buku tugas Anda! Presentasikan hasilnya di depan kelas!

Alga termasuk tumbuhan talus, yaitu tidak memiliki akar, batang, dan daun yang sesungguhnya. Oleh karena itu, jenis alga ini dimasukkan dalam divisio *Thallophyta* (tumbuhan talus). Alga ini mempunyai ukuran tubuh yang bervarisasi, ada yang mikroskopis sampai yang mencapai ukuran panjang. Bentuknya pun bermacam-macam, ada yang bersel satu berbentuk bulat, lonjong, kotak, dan sebagainya. Ada juga yang berbentuk lembaran, benang, seperti daun yang bersel banyak, bahkan ada yang seperti tumbuhan tingkat tinggi yaitu memiliki akar, batang, dan daun. Dapatkah Anda menemukannya?

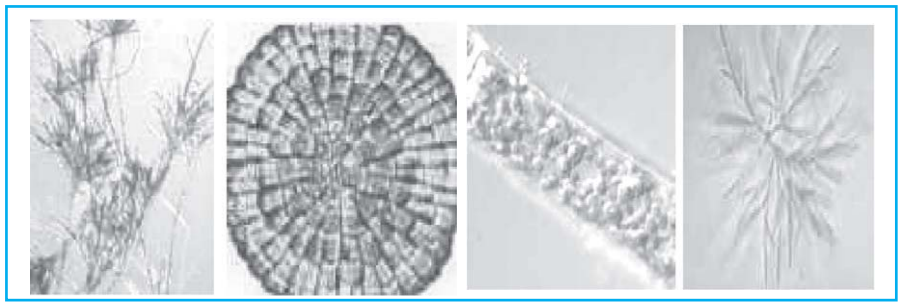
Walaupun tubuh alga menunjukkan keanekaragaman yang besar, tetapi semua selnya mempunyai inti dan plastida. Di dalam plastida terdapat zat-zat warna derivat klorofil, yaitu klorofil a dan klorofil b atau kedua-duanya. Selain itu, terdapat pula zat-zat warna yang lain, seperti *fikosianin* (warna biru), *fukosantin* (warna pirang), *fikoeritrin* (warna merah), juga ditemukan zat warna *xantofil* dan *karotin*. Dengan adanya zat warna tersebut alga jenis ini dapat melaksanakan fotosintesis, sehingga dapat dikatakan alga bersifat *autotrof*.

b. Jenis-Jenis Alga

Berdasarkan warna pigmennya alga dibedakan menjadi beberapa filum, yaitu ganggang hijau (*Chlorophyta*), ganggang cokelat (*Phaeophyta*), dan ganggang merah (*Rhodophyta*).

1) Alga Hijau (Chlorophyta)

Amatilah hasil kegiatan Anda dan bandingkanlah dengan gambar ini, apakah yang Anda temukan?



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 7.3. Macam-macam jenis alga hijau

Masih ingatkah Anda Euglenophyta? Coba lihat kembali Gambar 5.15 pada bab 5 tentang Protista. Alga hijau ini menyerupai Euglenophyta, yaitu mempunyai pigmen fotosintetik (klorofil a dan b) dan beberapa di antaranya ada yang mempunyai flagela, misalnya *Chlamidomonas*. Alga hijau merupakan golongan alga yang merupakan divisio terbesar. Ada sekitar 6500 spesies dari alga ini yang sudah diidentifikasi.

Kelompok dari alga ini terdiri atas sel-sel kecil yang merupakan koloni berbentuk benang yang bercabang-cabang atau tidak bercabang, ada yang membentuk koloni menyerupai kormus tumbuhan tingkat tinggi. Habitatnya berada di air tawar yang merupakan penyusun plankton atau sebagai bentos. Alga bersel besar ada yang hidup di air laut, yaitu di dekat pantai. Ada pula yang hidup pada tanah basah, dan ada pula yang tahan terhadap kekeringan.

Bagaimana cara perkembangbiakan ganggang hijau? Alga hijau ini dapat berkembang biak secara aseksual, yaitu dengan pembentukan *zoospora* (spora kembara). Spora ini dapat bergerak dengan berenang karena mempunyai flagela.

Ada pula alga hijau yang berkembang biak dengan pembelahan biner, biasanya dilakukan oleh alga yang bersel satu. Sedangan perkembangbiakan secara fragmentasi dilakukan oleh alga berbentuk benang atau yang berkoloni. Ingatlah kembali yang terjadi pada *Cyanophyta*.

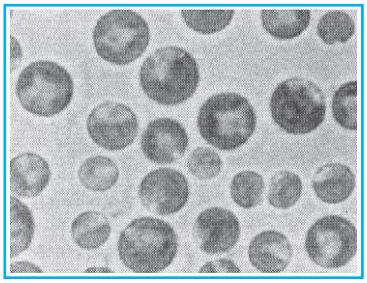
Selain secara aseksual, alga hijau dapat pula berkembang biak secara seksual, yaitu dengan *anisogami*. Gamet jantan selalu bergerak bebas yang sangat menyerupai zoospora, sedangan gamet betina kadang-kadang tidak

dapat bergerak, jadi merupakan suatu *oogonium*. Setelah terjadi perkawinan, akan menghasilkan suatu zigot yang selanjutnya akan tumbuh menjadi alga yang baru.

Beberapa contoh jenis alga hijau adalah sebagai berikut.

a) Chlorophyta Bersel Tunggal yang Tidak Bergerak

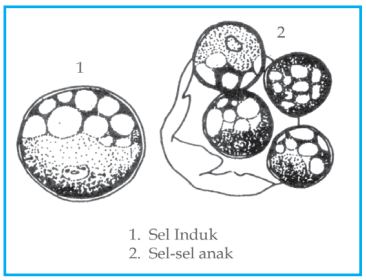
Contoh alga hijau bersel tunggal yang tidak bergerak adalah *Chlorella*. Anda pasti sudah mengenal jenis alga ini karena telah dicoba untuk diolah menjadi beberapa macam bahan makanan, pernahkah Anda mencobanya? Sekarang ini di daerah Pasuruan sedang dikembangkan alga hijau yang digunakan untuk bahan obat-obatan, bahan kosmetik, dan bahan makanan. Jika Anda ingin mengembangkannya, organisme ini dapat ditemukan di air tawar sebagai plankton, mempunyai ukuran tubuh yang mikroskopis, bentuk selnya bulat, memiliki kloroplas berbentuk mangkuk atau lonceng.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 7.4 *Chlorella*

Perhatikan gambar di samping! pembiakan *Chorella* dengan cara vegetatif (aseksual) dengan pembelahan sel, tiap sel menghasilkan sistem 4 sel anak, tampak seperti gambar tersebut.



Sumber: Biologi 1, 2000

Gambar 7.5 Pembiakan *Chlorella*

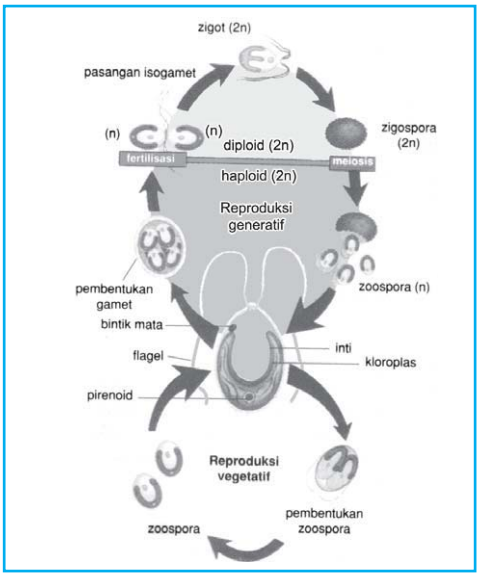
Perlu Diketahui

Chlorella mempunyai protein tinggi yang dapat memperbaiki kerusakan sel-sel hepar.

b) Chlorophyta Bersel Tunggal yang Dapat Bergerak

Contoh dari alga yang bersel tunggal dapat bergerak, misalnya *Chlamidomonas*. Amati Gambar 7.6 di samping!

Jika kita amati, bentuk dari sel *Chlamidomonas* seperti telur yang salah satu ujungnya meruncing dan mempunyai dua buah flagel, bersel



Sumber: Biology, 1993

Gambar 7.6 Daur hidup *Chlamidomonas*

tunggal. Di dalam sel ini terdapat satu vakuola, satu nukleus, dan kloroplas. Kloroplasnya berbentuk seperti mangkuk dan mempunyai pirenoid sebagai tempat pembentuk zat tepung dengan bintik mata yang peka terhadap cahaya.

Untuk memahami daur hidup *Chlamidomonas,* pelajarilah Gambar 7.6! Pembiakan secara aseksual dengan membentuk zoospora, sedangkan pembiakan secara seksual dengan konjugasi. Coba Anda susun sendiri proses daur hidupnya dengan melihat gambar menggunakan kalimat yang jelas! Apabila belum jelas dengan hal ini tanyakan pada guru Anda!

c) Chlorophyta Berbentuk Koloni Dapat Bergerak

Perhatikan Gambar 7.7! Gambar tersebut memperlihatkan salah satu contoh alga berbentuk koloni yang dapat bergerak, yaitu *Volvox.*

Alga ini juga berukuran mikroskopis. Jika diamati dengan mikroskop, bentuknya menyerupai bola, sel-selnya berflagela dua dan mempunyai sebuah bintik mata. Sel-selnya berhubungan melalui benang-benang sitoplasma. Pada gambar terlihat alga ini mempunyai spermatozoid dan ovum serta dapat dibedakan antara keduanya, maka perkembangbiakannya dapat dilakukan secara seksual, yaitu dengan oogami.

Volvox dapat pula berkembang biak dengan aseksual, yaitu dengan menggunakan sel-sel vegetatif yang ukurannya lebih besar, sel ini dinamakan *gonidia*. Gonidia akan membelah berulang-ulang sehingga akan terbentuk koloni baru yang berukuran lebih kecil dari induknya, kemudian akan terlepas menjadi individu baru. Setelah anak koloni terlepas semua, maka induk koloni akan mati.



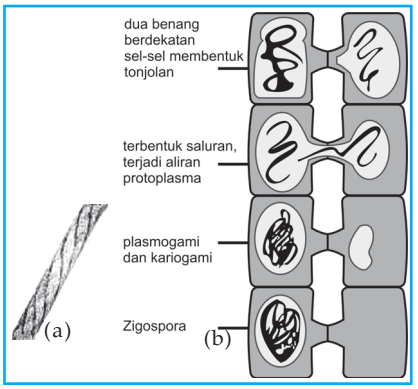
Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 7.7
Volvox dan koloninya

d) Chlorophyta Berbentuk Benang

(1) *Spirogyra*

Alga berbentuk benang misalnya *Spirogyra*. Pernahkah Anda menjumpai benang-benang hijau di permukaan air yang cukup jernih? Jika Anda menemukannya maka di antaranya adalah *Spirogyra*, yang mempunyai ukuran cukup besar untuk dapat dilihat. Jika Anda pegang, akan terasa permukaannya licin karena jenis alga ini selnya mengandung lendir. Dalam tiap sel terdapat kloroplas berbentuk pita spiral, memiliki pirenoid banyak di sepanjang pita tersebut dan memiliki vakuola.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 7.8 (a) *Spirogyra,*
(b) perkembangbiakan *Spirogyra*

Perkembangbiakan *Spirogyra* secara aseksual, yaitu dilakukan dengan *fragmentasi filamen*. Adapun perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan cara konjugasi. Cara ini dapat terjadi apabila benang *Spirogyra* yang berbeda jenisnya saling berdekatan membentuk tonjolan yang saling mendekat. Tonjolan tersebut saling melebur membentuk saluran. Saluran inilah yang digunakan sebagai aliran protoplasma, yaitu isi seluruh sel berpindah ke sel yang berhadapan dan akan terjadi *plasmogami*, yaitu peleburan plasma kemudian diikuti dengan *kariogami*, yaitu peleburan inti.

Setelah proses tersebut berlangsung, maka akan menghasilkan zigot yang diploid, kemudian akan tumbuh dan mengalami penebalan dinding sel yang disebut zigospora. Selanjutnya, akan mengalami meiosis dan terbentuk 4 inti haploid. Tiga inti di antaranya akan mati dan satu inti sel yang kemudian tumbuh menjadi *Spirogyra* baru.

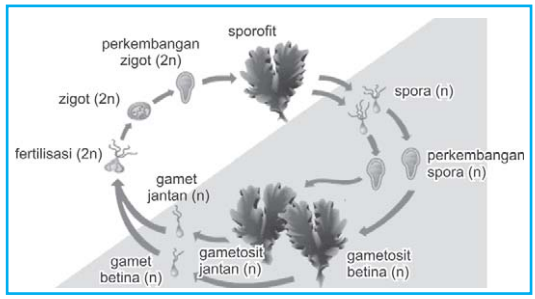
(2) *Oedogonium*

Contoh lain alga berbentuk benang adalah *Oedogonium*. Hidupnya menempel pada batu-batuan dan hidup di air tawar. Alga yang makroskopis berbentuk seperti benang, pada tiap selnya memiliki satu nukleus dan kloroplasnya berbentuk seperti jala. Pembiakan setiap sel akan menghasilkan sebuah zoospora yang berfagel banyak. Sedangkan pembiakan secara seksual salah satu benang membentuk anteridium (alat kelamin jantan) yang akan menghasilkan spermatozoid. Sedangkan oogonium (alat kelamin betina) yang akan menghasilkan ovum terbentuk dari benang yang lain. Apabila sperma membuahi ovum, maka terbentuk zigot sebagai calon individu baru.

e) Chlorophyta Berbentuk Lembaran

(1) *Ulva*

Contoh alga jenis ini adalah *Ulva.* Apabila Anda ingin menemukan jenis *Ulva*, pergilah ke pantai pada waktu surut. Ciri alga ini adalah bentuknya menyerupai lembaran daun, sering dikenal sebagai selada laut dan dapat dimakan, lembaran talus ini terdiri atas dua lapisan sel, yaitu talus gametofit yang diploid dan talus sporofit yang haploid. Keduanya sulit dibedakan karena bentuknya hampir sama. Untuk memahami daur hidupnya pelajari Gambar 7.9!



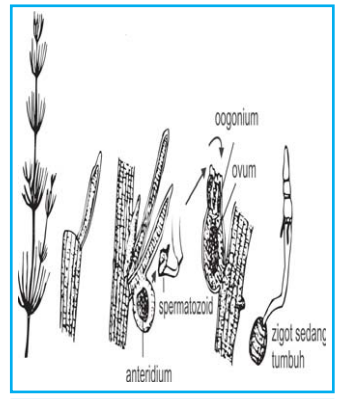
Gambar 7.9 Daur hidup *Ulva* sp.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Dari Gambar 7.9 terlihat talus gametofit akan menjadi gametangia dan akan membelah secara meiosis menghasilkan sejumlah gamet yang berflagel dan bersifat haploid, kemudian terjadi peleburan, baik secara isogami maupun anisogami dan terbentuk zigot yang diploid atau talus sporofit kemudian tumbuh menjadi sporangia dan akan membelah secara meiosis menjadi zoospora, kemudian tumbuh menjadi talus gametangia yang bersifat haploid. Bagaimana hasil pengamatan Anda dari gambar tersebut?

(2) *Chara*

Contoh jenis yang lain adalah *Chara*, Perhatikan Gambar 7.10! Dari gambar tampak jelas, bahwa bentuk alga ini seperti tumbuhan tingkat tinggi, yaitu menyerupai batang yang beruas-ruas dan bercabang-cabang, hanya saja berukuran kecil, ada semacam rizoid, daunnya tumbuh pada tiap ruas batang dan seperti sisik. Pembiakannya secara aseksual dengan membentuk kuncup, sedangkan secara seksual dengan oogami.



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 7.10 *Chara*

Apa peranan alga hijau bagi kehidupan? Alga hijau ini sebagian besar bertindak sebagai plankton, dapat digunakan sebagai makanan ikan sehingga merupakan salah satu komponen terpenting dalam rantai makanan di perairan air tawar. Karena Alga ini mampu berfotosintesis, maka dapat menghasilkan oksigen yang diperlukan bagi hewan-hewan air untuk bernapas. Beberapa jenis alga hijau (Chlorophyta) merupakan sumber protein, dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan baru, misalnya *Chlorella, Ulva*. *Chlorella* ini dapat digunakan sebagai bahan kosmetik dan obat-obatan. Bagaimana jika *Chlorella* sangat berlimpah di perairan, apakah akan mengganggu kehidupan di perairan? Pikirkan!

2) Alga Cokelat (Phaeophyta)

Perhatikan contoh jenis alga cokelat pada Gambar 7.11 berikut! Jika kita amati, bentuk alga tersebut menyerupai tumbuhan tingkat tinggi yang telah mempunyai bentuk seperti akar, batang, dan daun. Apabila Anda ingin mengetahuinya, datanglah ke pantai-pantai karena alga ini sering kali terdampar di daerah tersebut.

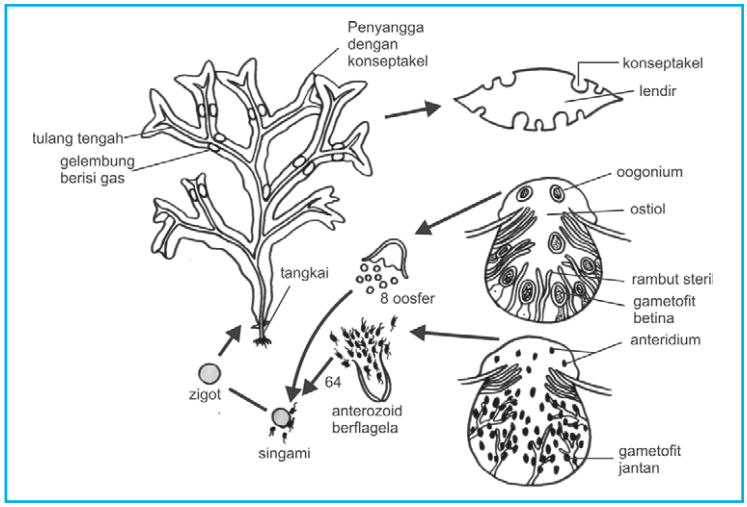

Sumber: www.iptek.net.id

Gambar 7.11 *Sargassum* sp.

Alga cokelat ini hidup di air laut, tubuhnya melekat di batu-batuan karena mempunyai alat pelekat, yaitu semacam akar (*hold fast*), dan

talusnya terapung-apung di air laut, mempunyai ukuran tubuh dari yang kecil sampai 30 meter. Walaupun sangat panjang, tetapi bentuknya masih sangat sederhana dibandingkan dengan tumbuhan tingkat tinggi. Phaeophyta mempunyai warna cokelat karena adanya pigmen *fukosantin* yang melapisi warna hijau klorofilnya. Apabila Anda mengamati bentuk tubuhnya, terdapat bentuk seperti buah yang berwarna cokelat juga. Bagian ini merupakan gelembung udara yang berguna sebagai cadangan udara untuk respirasi, jadi merupakan alat pengapung sehingga talusnya dapat terapung di perairan.

Bagaimana daur hidup *Phaeophyta*? Perhatikan dan amatilah Gambar 7.12 berikut ini!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 7.12 Daur hidup *Fucus* sp., salah satu contoh dari alga cokelat

Dari gambar tampak terlihat bahwa alga cokelat seperti alga lainnya, yaitu perkembangbiakannya dilakukan secara aseksual dan seksual. Perkembangbiakan aseksual dengan cara fragmentasi, secara seksual dengan pembentukan alat kelamin, yaitu dengan konseptakel jantan yang terdapat anteridium yang menghasilkan spermatozoid, sedangkan konseptakel betina terdapat oogonium yang menghasilkan ovum. Jika terjadi pembuahan, maka akan menghasilkan zigot dan tumbuh menjadi individu baru.

Apa peranan alga cokelat bagi kehidupan kita? Alga ini dapat menghasilkan asam alginat. Fungsi asam alginat sangat banyak, yaitu sebagai campuran produk makanan misalnya sirup, es krim, keju, cokelat, dan permen. Sebagai campuran bahan industri untuk lem, obat-obatan, pasta gigi, tekstil, pelapis kertas, dapat juga digunakan sebagai campuran alat-alat kecantikan seperti krim wajah dan lotion. Misalnya, *Laminaria, Fucus, Ascophylum,* dan *Macroycystis*. Khusus *Macroycystis* dapat dibuat untuk makanan suplemen hewan ternak karena kaya akan kandungan natrium, fosfor, kalsium, dan nitrogen.

Selain itu, *Macroycystis* juga dapat menghasilkan iodine sehingga dapat digunakan untuk mengobati penyakit gondok. Banyak manusia yang mengkonsumsi alga ini dalam bentuk kering sebagai campuran untuk sup, bahkan ada yang memakannya secara mentah. Pernahkah Anda merasakannya?

3) Alga Merah (Rhodophyta)

Bagaimana bentuk *Rhodophyta*? Perhatikan Gambar 7.13! Bentuk Rhodophyta seperti rumput dan orang sering menyebutnya sebagai "rumput laut". Tubuhnya berbentuk seperti lembaran dan bersel banyak, panjangnya bisa mencapai 1 meter, tubuhnya berwarna merah karena memiliki klorofil dan karatinoid, tetapi warna itu tertutup oleh zat warna merah, yaitu *fikoeritrin*.



Sumber: www.wkipedia.com

Gambar 7.13 Alga merah

Karena memiliki fikoeritrin, maka tubuhnya berwarna merah dan dapat tumbuh pada kedalaman 200 meter lebih dalam dibandingkan dengan alga lain. Apabila alga ini terdampar di pinggiran pantai warnanya menjadi cokelat, biru, atau hijau tua karena terkena cahaya sehingga pigmennya menjadi rusak. Apabila Anda memegangnya akan terasa licin karena dinding sel luarnya terdiri atas pektin yang berlendir, sedangkan di dalam sel terdiri atas selulosa.

Cara berkembang biaknya sama seperti alga lainnya, yaitu secara aseksual dengan pembentukan spora, dapat pula secara seksual dengan oogami, hanya saja alga ini tidak mempunyai bulu cambuk, jadi tidak dapat bergerak secara aktif.

Apa peranan alga merah bagi kehidupan kita? Rhodophyta ini sering dikenal sebagai rumput laut. Tentu Anda sudah mengetahui pemanfaatan rumput laut. Alga merah ini dikenal sebagai penghasil agar-agar misalnya *Eucheuma spinosum, Gellidium cartilagineum,* dan *Gracilaria lichenoides*. Alga ini bisa dimanfaatkan untuk makanan suplemen kesehatan misalnya *Porphyra*. Untuk jenis *Chordus crispus* dan *Gigartina mamillosa* dapat menghasilkan karogen untuk bahan baku obat, pasta gigi, deodoran, kosmetik, dan penyamak kulit. Alga ini juga bisa digunakan untuk makanan ternak, yaitu dapat meningkatkan produksi susu, misalnya *Rhodymenia palmata*.

Setelah mempelajari tentang jenis-jenis alga pada uraian di depan, maka untuk mempermudah Anda mempelajarinya, salinlah Tabel 7.1 berikut ini di buku tugas Anda, lalu lengkapilah dengan keterangan-keterangan yang tepat!

Tabel 7.1 Perbandingan Alga Hijau, Alga Cokelat, dan Alga Merah

No.	Ciri-Ciri	Jenis-Jenis Alga		
		Hijau	Cokelat	Merah
1.	Jenis pigmen			
2.	Warna sel			
3.	Tempat hidup/habitat			
4.	Susunan tubuh			
5.	Kegunaan /manfaat			
6.	Contoh species			

Setelah Anda melengkapi tabel tersebut, bandingkan dengan hasil teman-teman Anda. Buatlah kesimpulan dan presentasikan hasilnya di depan kelas!

c. Peranan Alga Bagi Kehidupan

Tahukah Anda alga mempunyai menfaat yang banyak bagi kehidupan manusia. Perlu Anda ketahui alga merupakan tumbuhan yang mampu memberi kemungkinan ekosistem baru bagi kehidupan yang sebelumnya tidak mungkin atau sebagai tumbuhan perintis. Misalnya, jenis alga yang hidup di dalam tanah mempunyai peranan penting dalam stabilisasi dan perbaikan sifat fisik tanah dengan mengagregasi partikel-partikel dan menambahkan bahan organik. Di dalam rantai makanan alga sebagai bagian dari fitoplankton berperan sebagai komponen produsen.

Seperti yang Anda pelajari, ada beberapa jenis Chlorophyta yang dapat digunakan sebagai sumber makanan baru, misalnya *Chlorella* dan *Ulva* karena cukup mengandung protein yang tinggi. Demikian juga rumput laut dari alga coklat yang berperan sangat penting dalam dunia industri, yaitu sebagai campuran pembuatan es krim, kosmetik, obat-obatan, dan cat. Sedangkan Rhodophyta menghasilkan agar-agar yang digunakan untuk bahan baku makanan, kosmetika, obat-obatan, pasta gigi, dan deodoran.

2. Lumut/Bryophyta

Coba carilah lumut di sekitar lingkungan Anda! Lumut sering kita lihat menempel pada dinding kamar mandi, dinding sumur, batu-batuan, sawah, parit, pohon, tepi sungai, dan lain-lain. Lumut biasa kita temukan hidup dan tumbuh di tempat-tempat yang lembap dan basah.

a. Ciri-Ciri Umum Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

Lumut merupakan tumbuhan yang kecil, sederhana, dan tumbuh pada tempat yang basah. Ada sekitar 23.000 species lumut yang telah diidentifikasi. Untuk mengetahui struktur tubuh lumut, lakukan Kegiatan Kelompok 3 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh lumut

Alat dan Bahan :
1. Kaca pembesar (lup)
2. Mikroskop
3. Tanaman lumut

Cara Kerja :

1. Carilah lumut yang berbentuk seperti beludru, baik di tembok, batu, atau di pohon. Ambillah bersama dengan tanahnya kemudian letakkan pada tempat yang Anda sediakan dan tetesi dengan beberapa tetes air untuk menjaga kelembapannya agar tidak menjadi kering.
2. Amatilah bagian-bagian tubuhnya dengan menggunakan lup/kaca pembesar, gambarlah struktur tubuhnya dan berilah keterangan bagian-bagian tubuhnya!
3. Diskusikan dengan teman Anda, tentang ada tidaknya bagian-bagian akar, batang, daun, anteridium (kelamin jantan), dan arkegonium (kelamin betina).
4. Irislah tangkainya kemudian amati di bawah mikroskop, adakah jaringan pengangkut, seperti xilem dan floem? Tulislah hasil pengamatan Anda di buku tugas!
5. Dari hasil pengamatan Anda, diskusikanlah tentang tumbuhan lumut ini. Carilah literatur-literatur yang mendukung hasil kegiatan Anda!

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, apakah Anda menemukan bagian-bagian tumbuhan seperti akar, batang, dan daun pada lumut? Apabila ada tangkai yang berdiri tegak dengan alat-alat seperti benang yang keluar pangkalnya, maka bagian ini merupakan *rizoid* atau akar yang berfungsi untuk mengukuhkan berdirinya tumbuhan dan untuk mengisap air. Jika ada alat-alat yang hijau, pipih seperti daun, dan terdapat tangkai ini merupakan daun dan batang.



Sumber: www.wikipedia.com

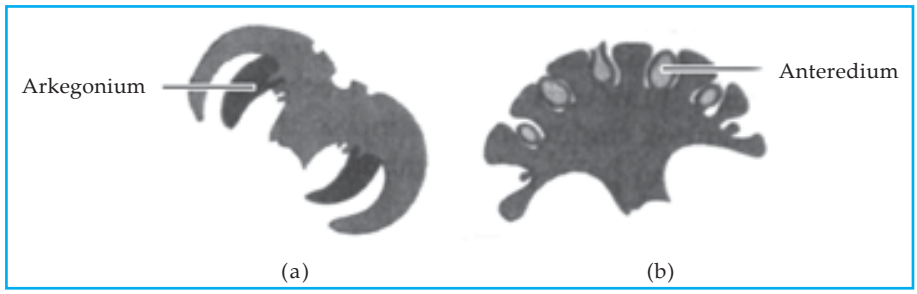
Gambar 7.14 Lumut daun

Apabila Anda menemukannya, berarti lumut seperti tumbuhan tingkat tinggi. Menurut para ahli termasuk tumbuhan berkormus, yaitu tumbuhan yang sudah dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun. Tetapi ada pula sebagian lumut yang sudah memiliki batang dan daun sejati, tetapi akarnya masih berupa akar semu, misalnya lumut daun seperti Gambar 7.14.

Dari hasil pengamatan di bawah mikroskop, apakah Anda menemukan xilem dan floem? Dari hasil penelitian diketahui lumut ini tidak mempunyai jaringan pengangkutan seperti pada tumbuhan tingkat tinggi. Karena kesederhanaan strukturnya inilah lumut kadang-kadang dianggap sebagai moyang tumbuhan berpembuluh. Selain itu, lumut dianggap merupakan bentukan intermediet dari alga, tetapi dari catatan fosil ada yang menganggap itu tidak benar.

b. Perkembangbiakan Tumbuhan Lumut

Apakah Anda juga menemukan anteridium yang berbentuk seperti tongkat dan arkegonium yang berbentuk seperti botol? Bila ya, maka Anda dapat mengetahui bahwa lumut mengalami reproduksi seksual, karena anteridium akan menghasilkan sejumlah gamet jantan berflagela (sel sperma) yang nantinya akan dilepaskan dari anteridium, karena dia hidup di tempat yang basah. Sel sperma ini dapat berenang. Arkegonium akan menghasilkan ovum. Perhatikan Gambar 7.15 berikut ini! Sel sperma (spermatozoid) akan berenang menuju arkegonium dan terjadilah pembuahan. Jadi, lumut mengalami pergiliran keturunan/*metagenesis*.



Sumber: http.en.wikipedia.org

Gambar 7.15 (a) Anteridium dan (b) arkegonium

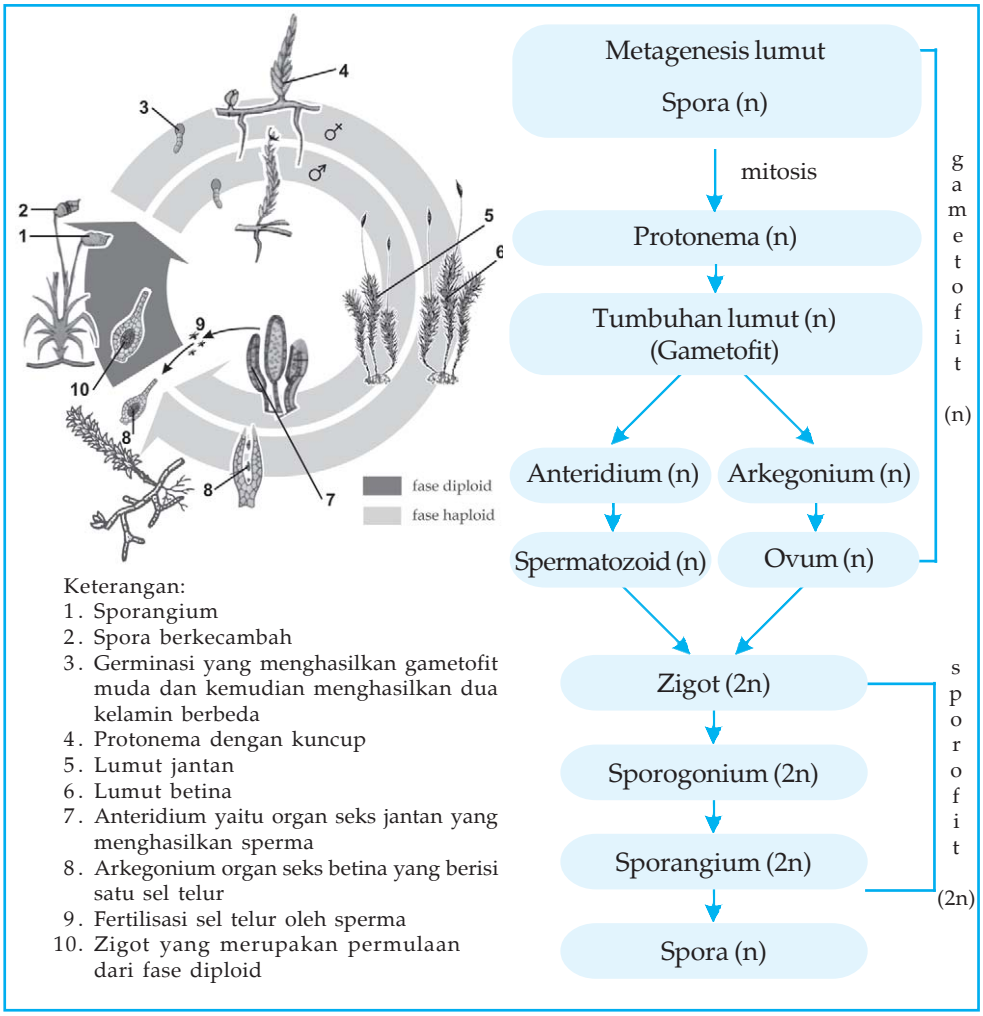
Pada arkegonium yang berbentuk seperti botol, ada bagian lebar yang disebut perut dan bagian sempit yang disebut leher. Kedua bagian ini mempunyai dinding yang terdiri atas selapis sel. Dalam bagian perut terdapat satu sel pusat besar, yang siap untuk dibuahi dan akan membelah menjadi sel telur. Bagaimana dengan bentuk anteridium? Bentuk anteridium seperti gada/bulat dan dindingnya seperti arkegonium yang terdiri atas selapis sel-sel mandul, di dalamnya terdapat sejumlah sel-sel induk spermatozoid berbentuk spiral pendek yang terdiri atas inti dan dua bulu cambuk.

Apabila arkegonium telah masak, maka sel telur siap dibuahi dan akan membuka pada ujungnya. Pada bagian sel-sel leher dan perutnya menjadi lendir yang menghasilkan zat-zat tertentu sebagai daya penarik spermatozoid. Jika dibuahi akan menjadi zigot yang tidak akan memerlukan waktu istirahat, tetapi akan terus berkembang menjadi embrio yang diploid kemudian tumbuh menjadi suatu badan kecil yang akan menghasilkan spora yang disebut *sporogonium*.

Di dalam sporogonium terdapat kotak spora atau sporangium. Sporangium ini akan memproduksi spora (4 spora yang berkelompok/*tetrade*) dengan pembelahan meiosis, kemudian terlepas. Apabila dalam keadaan lingkungan yang cocok sporangium akan terbuka sehingga spora akan terlepas dan jatuh pada tempat yang cocok.

Spora yang kecil (haploid) akan berkecambah menjadi suatu *protalium* disebut dengan *protonema*, bentuknya seperti benang tumbuh memanjang di atas tanah. Protonema ini akan tumbuh menjadi besar, tetapi ada pula yang tetap kecil. Pada protonema ini terdapat kuncup-kuncup yang tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan lumut.

Bagaimana dengan perkembangan lumut selanjutnya? Perhatikan dan pelajari Gambar 7.16 berikut ini, kemudian diskusikan dengan teman-teman Anda!



Keterangan:
1. Sporangium
2. Spora berkecambah
3. Germinasi yang menghasilkan gametofit muda dan kemudian menghasilkan dua kelamin berbeda
4. Protonema dengan kuncup
5. Lumut jantan
6. Lumut betina
7. Anteridium yaitu organ seks jantan yang menghasilkan sperma
8. Arkegonium organ seks betina yang berisi satu sel telur
9. Fertilisasi sel telur oleh sperma
10. Zigot yang merupakan permulaan dari fase diploid

Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 7.16 Daur kehidupan lumut (*Funaria hygrometrica)*

Berdasarkan skema daur hidupnya, tampak jelas dalam daur hidup lumut menunjukkan adanya pergiliran keturunan/*metagenesis* yang jelas. Perhatikan mulai dari spora tumbuh protonema dan seterusnya sampai menghasilkan anteridium dan arkegonium. Fase ini merupakan fase perkembangan yang haploid. Protonema dan lumutnya sendiri adalah gametofit sehingga disebut sebagai fase gametofit. Dari sel telur yang telah dibuahi tumbuh sporogonium dan merupakan fase perkembangan diploid. Sporogonium ini tidak hidup sendiri, tetapi mendapatkan makanannya dari gametofitnya. Sporogonium akan mengalami pembelahan secara reduksi menghasilkan spora, sehingga fase ini disebut sebagai *fase sporofit*. Demikian seterusnya kedua fase ini akan terjadi secara bergantian. Coba Anda pikirkan dan carilah perbedaan dari kedua fase tersebut!

Tahukah Anda selain memperbanyak diri dengan spora, lumut juga melakukan pembiakan secara vegetatif dengan *kuncup eram*. Pembiakan ini dapat terjadi dengan bermacam-macam cara, pada protonema, talus, atau bagian-bagian lain pada tubuh lumut. Kuncup eram dapat melepaskan diri dari induknya dan tumbuh menjadi individu baru.

TUGAS INDIVIDU

Cobalah Anda lakukan pengamatan berikut untuk membuktikan bahwa kuncup eram dapat tumbuh menjadi individu baru! Carilah lumut, kemudian pisahkan salah satu bagiannya, kemudian tanamlah kembali bagian itu. Amatilah selama beberapa hari, apakah bagian lumut tersebut dapat hidup kembali? Jika tidak hidup, mengapa bisa terjadi? Kesimpulan apa yang Anda peroleh dari percobaan ini? Tulis hasilnya di buku tugas Anda!

c. Jenis-Jenis Lumut

Berdasarkan hasil pengamatan Anda, bagaimana bentuk tubuh lumut? Tubuh lumut berupa talus seperti lembaran-lembaran daun dan ada pula yang seperti pohon kecil dengan batang dan daun-daunnya, tetapi belum terdapat akar yang sesungguhnya sehingga lumut ini oleh para ahli dibedakan menjadi dua kelas, yaitu *Hepaticae* (lumut hati) dan *Musci* (lumut daun). Pelajarilah satu per satu pada uraian berikut!

1) Hepaticopsida/Lumut Hati

Seringkah Anda menemukan lumut di tempat yang basah atau di tempat kering seperti pada kulit-kulit pohon, di atas tanah, atau batu cadas? Golongan lumut ini sering hidup di daerah tersebut. Coba Anda bandingkan lumut yang Anda temukan dengan Gambar 7.17 di samping ini!



Gambar 7.17
Lumut *Marchantia polymorpha*

Sumber: www.wikipedia.com

Gambar tersebut menunjukkan salah satu contoh species lumut hati yang terkenal. Contoh lumut hati yang lain adalah *Marchantia geminata*, *Anthoceros natans*, *Ricceia natans*, dan *Marchantia polymorpha*. Amatilah bentuk tubuhnya! Tubuhnya berwujud tumbuhan yang pipih hijau seperti pita yang bercabang-cabang dan di tengahnya ada urat daun. Permukaan atasnya lebih hijau dibandingkan dengan permukaan bawahnya, hal ini menunjukkan bahwa lumut tersebut mengandung klorofil, apakah lumut tersebut dapat melakukan fotosintesis? Coba pikirkan!

Sebagian besar lumut hati ini mempunyai sel-sel yang mengandung minyak. Minyak tersebut berupa kumpulan tetes-tetes minyak atsiri. Tumbuhnya lekat dengan permukaan tanah yang lembap dengan ratusan rizoid yang panjang dan halus. Cara perkembangbiakannya sama dengan lumut pada umumnya, yaitu secara seksual dan tempat anteridium dan arkegonium terpisah, jadi *Marchantiales* ini berumah dua. Pendukung anteridium dinamakan *anteridiofor* dan pendukung arkegonium dinamakan *arkegoniofor*.

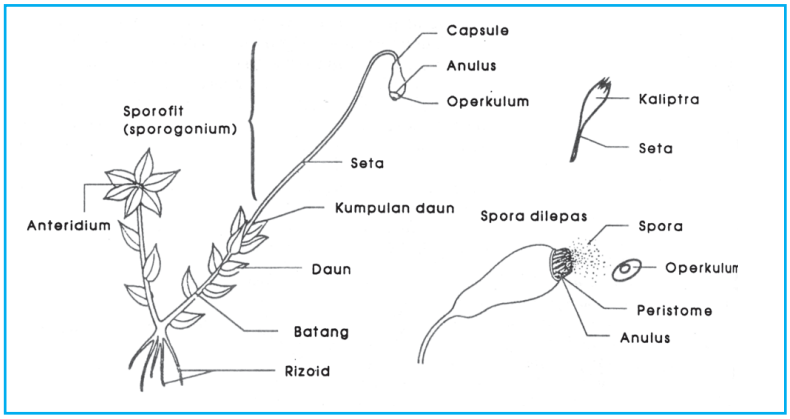
Pada tiap lekukan (lobus) terdapat satu arkegonium yang tumbuh ke arah bawah. Pada saat turun hujan, pembuahan ini akan terjadi, yaitu oleh percikan air hujan, cairan yang mengandung spermatozoid terlempar dari anteridium ke arkegoniofor dan terbentuk zigot, kemudian menjadi sporofit dan terbentuk kapsul sebagai tempat terbentuknya spora, sementara arkegoniofor akan tumbuh terus memanjang. Spora ini akan jatuh pada tempat yang cocok sehingga akan berkecambah menjadi protonema yang berupa benang pendek dan mengandung klorofil dan selanjutnya tumbuh menjadi tumbuhan lumut hati.

Lumut hati juga melakukan perkembangbiakan secara aseksual dengan pemisahan bagian tubuhnya (*fragmentasi*) dan pembentukan kuncup (*gemma*) pada bagian atas daun, kuncup yang terlepas tersebut akan tumbuh menjadi tumbuhan lumut hati.

Apa peranan lumut hati bagi kehidupan kita? Dahulu, lumut ini digunakan sebagai bahan obat penyakit hepar (hati), tetapi sampai saat ini belum diketahui secara pasti kepentingan ekonomisnya. Tetapi dapat digunakan sebagai indikator untuk daerah lembap dan basah.

2) Bryopsida/Lumut Daun

Tahukah Anda lumut ini disebut sebagai lumut sejati, karena bentuk tubuhnya seperti tumbuhan kecil yang memiliki bagian akar (rizoid), batang, dan daun. Lumut ini merupakan kelompok lumut terbanyak dibandingkan lumut lainnya, yaitu sekitar 10 ribu species. Habitatnya yang amat luas, dapat tumbuh di atas tanah-tanah gundul dan secara periodik mengalami masa kekeringan, bahkan di atas pasir yang bergerak pun dapat tumbuh. Dapat tumbuh juga di antara rumput-rumput, di atas batu-batu cadas, batang dan cabang pohon, di rawa-rawa, tetapi di dalam air jarang ditemukan. Karena habitatnya sangat luas, maka tubuhnya pun mempunyai struktur yang bermacam-macam. Perhatikan bagian-bagian lumut daun pada Gambar 7.18!



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

Gambar 7.18 Bagian-bagian tumbuhan lumut daun

Coba carilah lumut daun seperti pada gambar tersebut! Amatilah struktur tubuhnya! Lumut daun merupakan tumbuhan kecil yang mempunyai batang semu dan tumbuhnya tegak. Lumut ini tidak melekat pada substratnya, tetapi mempunyai rizoid yang melekat pada tempat tumbuhnya. Bentuk daunnya berupa lembaran yang tersusun spiral. Amatilah batang dan daunnya dengan menyayat setipis mungkin, kemudian letakkan di *objek glass*, tetesi dengan air lalu tutuplah dengan *cover glass*. Amatilah di bawah mikroskop! Apakah Anda menemukan jaringan pengangkut? Jika tidak menemukannya, berarti dia tidak mempunyai jaringan pengangkut. Inilah yang membedakan lumut dengan tumbuhan tingkat tinggi, sehingga digolongkan tersendiri.

Pada lumut daun, alat-alat kelaminnya terkumpul pada ujung batang atau ujung cabang-cabangnya, dan dikelilingi oleh daun-daun yang letaknya paling atas. Ada lumut daun yang bersifat banci atau berumah satu, yaitu jika terdapat anteridium dan arkegonium, sedangkan yang bersifat berumah dua jika kumpulan anteridium dan arkegonium terpisah tempatnya. Apabila anteridium ini sudah masak, maka akan membuka pada ujungnya, hal ini terjadi karena sel-sel dinding yang letaknya di ujung menjadi berlendir dan mengembang sehingga kutikulanya pecah. Hal tersebut juga terjadi pada arkegonium yang sel telurnya telah siap untuk dibuahi. Pada arkegonium, tepi bagian dindingnya terbuka dan akan membengkok ke luar dan berbentuk seperti corong, seperti tampak pada Gambar 7.18!

Apabila ada hujan, air ini sangat membantu spermatozoid menuju sel telur, dan sel telur ini menghasilkan sakarose untuk menarik spermatozoid dan gerakannya disebut sebagai *gerak kemotaksis*. Setelah terjadi pembuahan, akan terbentuk zigot, selanjutnya akan berkembang menjadi embrio kemudian berkembang menjadi sporofit.

Karena sporofit yang ada di dalam arkegonium terus tumbuh membesar dan memanjang, maka arkegonium lama kelamaan akan robek dan akan membentuk tudung (*kaliptra*) pada bagian atas sporofit. Bagian atas sporofit ini akan terus membesar dan membentuk *kapsul/sporangium*. Kapsul yang telah masak memperlihatkan susunan yang khusus, yaitu berbentuk seperti tabung silindris dan pada puncaknya mempunyai penutup yang disebut *operculum*, di bawah operculum terdapat gigi peristom jika dalam keadaan lembap akan menutup sehingga spora tidak bisa keluar. Apabila keadaan kering atau kapsul sudah masak, maka gigi peristom akan membuka menghadap ke luar dan operculum terlepas sehingga spora akan keluar, lihat Gambar 7.18!

Gigi peristom juga mempunyai tangkai yang disebut *seta*. Seta ini akan mengangkat kapsul ke atas, sehingga spora yang akan dikeluarkannya mudah tertiup angin dan tersebar ke mana-mana. Spora tersebut bila jatuh pada tempat yang cocok akan tumbuh menjadi protonema, tumbuh tunas-tunas, dan menjadi tumbuhan lumut.

TUGAS INDIVIDU

Cobalah buatlah bagan atau skema daur hidup dari lumut daun berdasarkan uraian yang telah Anda pelajari di atas di buku tugas Anda!

Contoh species lumut daun yang terkenal adalah *Sphagnum* sp. Kebanyakan lumut ini tumbuh di rawa-rawa yang membentuk rumpun atau bantalan yang dari tiap-tiap tahun tampak bertambah luas sedangkan bagian bawah yang ada dalam air mati berubah menjadi gambut yang membentuk tanah gambut. Jenis tanah ini bermanfaat untuk menggemburkan medium pada tanaman pot dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

d. Peranan Lumut bagi Kehidupan

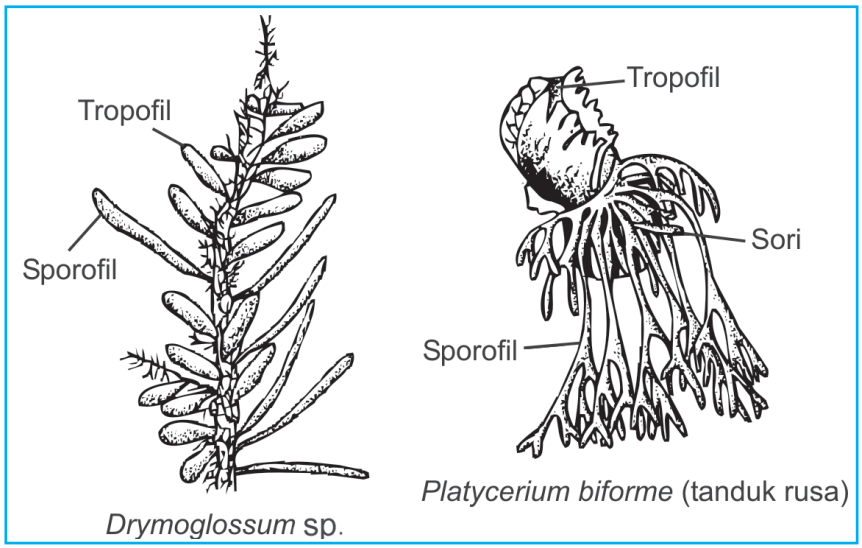
Sebenarnya apakah peranan lumut bagi kehidupan kita? Sepintas kita melihat lumut seperti tidak ada manfaatnya bagi kehidupan kita. Terlebih-lebih jika lumut tumbuh di kamar mandi atau di tembok-tembok rumah yang dapat menyebabkan pemandangan menjadi tak sedap. Sebenarnya lumut pun ada manfaatnya, amatilah lumut yang tumbuh di atas batu-batuan! Lumut yang hidup di atas batu-batuan lama kelamaan akan menyebabkan batu hancur menjadi tanah karena rizoidnya dapat menembus permukaan batuan tersebut. Selanjutnya, secara bertahap akan membentuk tanah yang baru sebagai tempat untuk tumbuh tanaman lainnya, karena inilah lumut disebut sebagai *vegetasi perintis*.

Lumut yang hidup di hutan-hutan atau di atas permukaan tanah dapat mencegah erosi, mengurangi bahaya banjir, dan mampu menyerap air sehingga dapat menyediakan air pada musim kemarau. Lumut yang sudah mati pun dapat dimanfaatkan menjadi penambat zat organik dalam tanah sehingga tanah tersebut akan menjadi subur dan cocok untuk tumbuhan lainnya.

Beberapa jenis lumut sudah dapat dimanfaatkan, misalnya *Marchantia* sebagai obat penyakit hati, *Sphagnum* sebagai bahan pembalut dan sumber bahan bakar.

3. Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Pernahkah Anda melihat tanaman suplir atau semanggi? Tanaman ini merupakan contoh dari tumbuhan paku. Tumbuhan ini terdapat di mana-mana (*kosmopolitan*) dan bentuknya berupa rerumputan, habitatnya menyukai tempat yang basah atau lembar (*higrofit*), ada juga yang hidup menempel pada pohon (*epifit*). Amatilah beberapa contoh tumbuhan paku pada Gambar 7.19!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 7.19 Beberapa contoh tumbuhan paku

Untuk mengetahui struktur tumbuhan paku dengan jelas, lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengetahui struktur tumbuhan paku

Alat dan bahan : Lup (kaca pembesar), tumbuhan paku misalnya suplir, semanggi

Cara Kerja:

1. Carilah tumbuhan paku, misalnya di sawah, sungai, di rumah, atau sekolah yang memelihara tumbuhan paku.

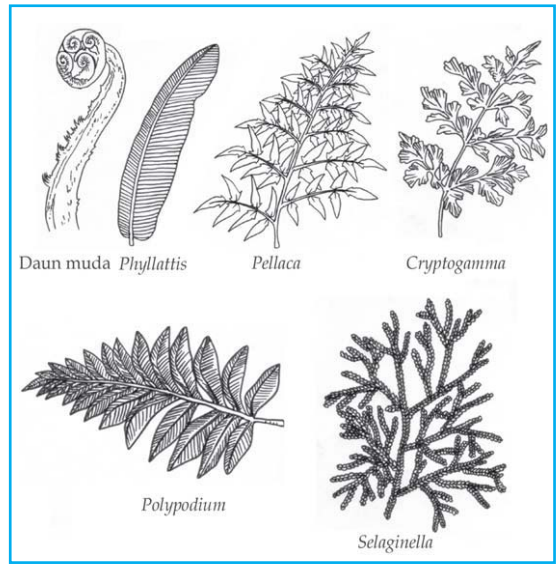
2. Amatilah bentuknya mulai dari akar, batang, dan daunnya dengan menggunakan lup.
3. Gambarlah hasil pengamatan Anda terhadap keseluruhan bagian tumbuhan itu.
4. Amatilah daunnya yang berspora di permukaan sebelah bawah jika ada bintik-bintik hitam.
5. Jika ada mikroskop, carilah sorus, sporangium, dan spora lalu bandingkanlah dengan gambar yang tersedia. Sudahkah tumbuhan itu memiliki jaringan pengangkut? Apa fungsi dari bagian-bagian itu?
6. Buatlah laporan dan kesimpulan dari hasil pengamatan dan diskusikan dengan teman-teman Anda!
7. Presentasikan hasilnya di depan kelas!

a. Ciri-Ciri Umum Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Dari hasil kegiatan, Anda sudah mengamati bahwa tumbuhan paku mempunyai akar, batang, dan daun yang sebenarnya/sejati. Dari hasil pengamatan dengan mikroskop diketahui bahwa tanaman tersebut sudah mempunyai jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, apa fungsinya? Ingatlah kembali pelajaran di SMP! Karena hal tersebut, para ahli menggolongkan tumbuhan ini sebagai tumbuhan yang berkormus, yaitu diperkirakan yang tertua di bumi ini.

Seperti yang kita lihat bahwa akar dan batang (*rizoma*) tumbuhan paku terdapat di bawah tanah, akarnya berbentuk serabut dan pada ujungnya terdapat kaliptra, ingatlah kembali fungsi kaliptra! Daun-daunnya tumbuh ke atas dari rizoma. Akan tetapi, ada beberapa jenis paku yang batangnya muncul di atas tanah, misalnya *Cyathea, Psilotum,* dan *Alsophyla.*

Seperti yang Anda temukan tumbuhan paku ini mempunyai bentuk, ukuran, dan susunan daun yang beraneka ragam, perhatikan Gambar 7.20 berikut ini!

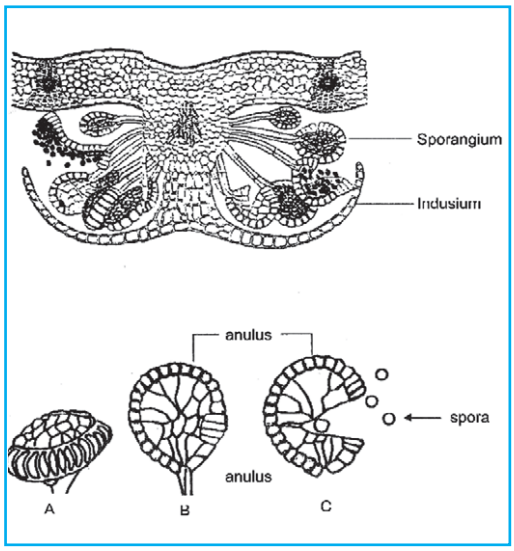


Sumber: Ilustrasi Haryo

Gambar 7.20 Macam-macam bentuk daun tumbuhan paku

Ciri khas daun tumbuhan paku pada waktu masih muda adalah menggulung, dan daunnya ada yang kecil yang disebut dengan *mikrofil*, ada pula yang berukuran besar yang disebut dengan *makrofil*. Pada umumnya mikrofil berbentuk rambut atau sisik, tidak bertangkai, dan tidak bertulang kecuali pada paku kawat dan paku ekor kuda. Sedangkan untuk makrofil sudah bertangkai, bertulang daun, dan memiliki daging daun (mesofil) yang terdapat stomata, jaringan tiang, dan bunga karang.

Jika kita amati beberapa jenis daun paku, ada yang tidak menghasilkan spora yang disebut dengan *tropofil*, disebut sebagai daun yang steril. Tropofil hanya berfungsi untuk fotosintesis, tetapi ada yang menghasilkan spora yang disebut dengan *sporofil* atau disebut daun fertil. Spora terdapat di dalam kotak spora/sporangium, ada sejumlah sel penutupnya yang berdinding tebal dan membentuk cincin yang disebut dengan *annulus*. Sporangium ini terkumpul dalam suatu tempat yang dinamakan dengan *sorus*. Sorus dapat kita lihat, yaitu terletak di helaian daun bagian bawah. Sorus yang masih muda akan terlindungi oleh *indusium*. Agar lebih jelas amati Gambar 7.21 ini!



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

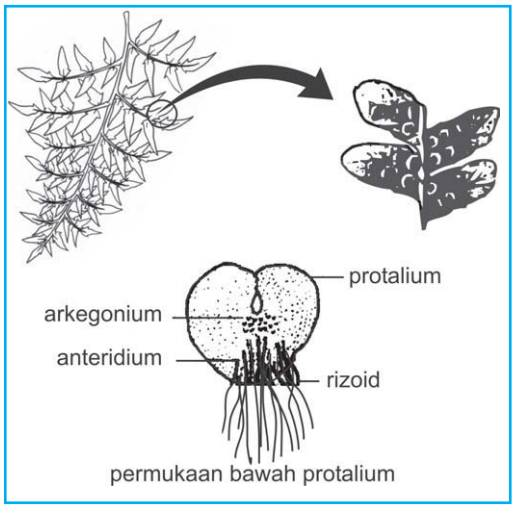
Gambar 7.21 (A) Sorus, (B) indusium, dan (C) sporangium

Apabila dalam keadaan kekeringan, maka annulus mengerut dan sporangium akan pecah, lalu spora tersebut akan tersebar, bila lingkungannya cocok akan tumbuh menjadi individu baru. Demikian juga bila ada embun yang membeku, maka daun-daunnya akan mati tetapi akar dan batangnya masih hidup selama musim dingin tersebut, jadi masih ada kemungkinan untuk hidup kembali.

b. Perkembangbiakan Tumbuhan Paku/Pteridophyta

Sama dengan tumbuhan lumut, tumbuhan paku pada perkembangbiakannya menunjukkan pergiliran keturunan, yaitu fase sporofit dan fase gametofit. Gametofitnya memiliki beberapa perbedaan dengan gametofit lumut, yaitu gametofit pada tumbuhan paku dinamakan dengan protalium tetapi sama-sama bersifat haploid. Protalium ini hanya berumur beberapa minggu saja. Bentuk dari protalium ini seperti jantung, warnanya hijau, dan melekat pada substratnya.

Protalium ini terdapat pada anteridium yang terdapat pada bagian paling sempit dan arkegonium yang terdapat pada lekukan bagian yang lebar. Jadi, keduanya berada pada sisi bawah protalium di antara rizoidnya. Amati Gambar 7.22 berikut ini!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 7.22 Protalium

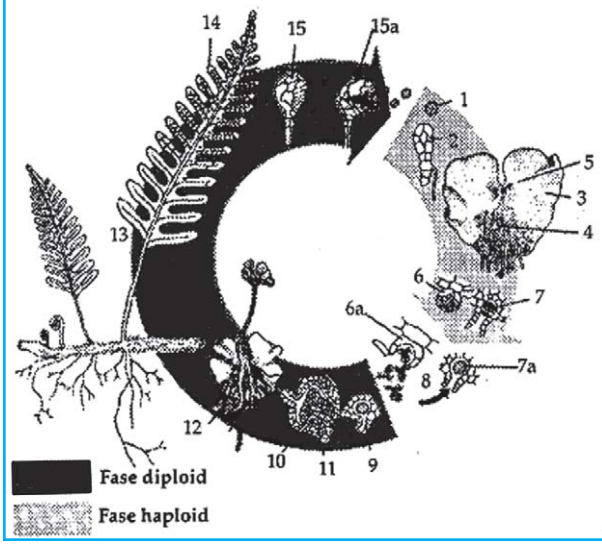
Jika Anda ingin mengamati cara protalium tumbuh, lakukan kegiatan berikut ini!

TUGAS KELOMPOK

Kerjakan tugas berikut!

Petiklah daun suplir dewasa yang mengandung sorus. Setelah Anda dapatkan, pecahlah sorus itu sehingga spora akan keluar. Semaikan spora tersebut dalam pot. Rawatlah dengan baik dengan cara menyiraminya secara teratur. Diamkan selama 2 minggu maka akan tumbuh daun muda. Daun inilah yang disebut sebagai protalium. Amatilah protalium itu dengan lup dan bandingkanlah dengan gambar yang ada. Apa saja yang terdapat pada permukaan protalium? Jika ada air maka akan terjadi pembuahan dan terbentuk zigot yang keturunannya bersifat diploid, yaitu sporofitnya.

Sporofit pada paku sangat berbeda dengan sporofit pada lumut, yaitu jika terjadi pembuahan, maka protalium akan segera binasa, tetapi jika tidak terjadi pembuahan, maka protalium dapat bertahan hidup sampai lama. Sporofit inilah yang akan tumbuh menjadi tumbuhan paku. Agar lebih jelas mengetahui daur hidup tumbuhan paku, lihatlah Gambar 7.23 berikut ini, kemudian pelajari dan diskusikan dengan teman Anda!



Keterangan:
1. Spora haploid
2. Gametofit muda
3. Gametofit dewasa atau protalium
4. Anteridium (organ seks jantan)
5. Arkegonium(organ seks betina)
6. Anteridium tunggal yang melepaskan sel sperma (6a)
7. Arkegonium tunggal dan sel telur (7a)
8. Fertilisasi oleh sperma
9. Zigot
10. Embrio sporofit yang masih berada pada arkegonium
11. Sporofit muda
12. Sporofit muda
13. Sporofit dewasa
14. Kumpulan dari sporangia yang berada di belakang daun sporofit
15. Sporangium, spora berkecambah (15a)

Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 7.23 Daur hidup tumbuhan paku

Berdasarkan gambar, urutan daur hidup tumbuhan paku seperti berikut ini: mula-mula dari spora tumbuh protalium berbentuk benang dan mempunyai rizoid, kemudian terbentuk beberapa sel, fase ini berlangsung hanya pendek/sebentar. Selanjutnya, terjadi pembelahan sel-sel yang terus menerus dan akan menghasilkan suatu protalium yang melekat pada substratnya. Pada protalium ini terdapat anteridium dan arkegonium, biasanya terdapat pada sisi yang tidak menghadap sinar matahari, yaitu pada sisi bawah. Arkegonium baru terbentuk setelah protalium mendapatkan kesempatan yang cukup lama berasimilasi, jadi sudah cukup mengumpulkan persediaan makanan, sedangkan anteridium sudah dibentuk terlebih dahulu. Bagaimana jika keadaan makanan sangat buruk, apakah arkegonium akan terbentuk? Pikirkan!

Anteridium yang dibentuk pada mulanya berupa tonjolan berbentuk papil, kemudian terbagi oleh suatu dinding pemisah berbentuk corong. Jika anteridium sudah masak, sel-sel yang melingkar dan terisi lendir akan mengembang kemudian akan terlepas. Demikian pula spermatid berbentuk bulat yang terdapat dalam anteridium akan menggembung dan terlepas, dan tiap spermatid mengeluarkan satu spermatozoid dengan banyak bulu cambuk. Apabila arkegonium sudah masak yang ditandai dengan membuka pada ujungnya, maka spermatozoid bergerak masuk ke dalam arkegonium menuju ke sel telur sehingga terbentuklah embrio. Coba bandingkan dengan hasil pengamatan Anda!

c. Jenis-Jenis Tumbuhan Paku

Berdasarkan jenis spora yang dihasilkan, tumbuhan paku dibedakan menjadi tiga golongan.

1) Tumbuhan Paku Homospora

Dari hasil pengamatan dan penelitian diketahui bahwa ternyata tumbuhan ini ada yang mempunyai spora berumah satu dan berukuran sama besar yang dinamakan paku *homospora/isospora*. Contoh jenis paku ini adalah suplir (*Adiantum cuneatum*).

Amati tumbuhan paku suplir! Batangnya menjalar di dalam tanah yang berupa rizoma, kemudian tumbuhan daun muda yang menggulung seperti spiral. Pada permukaan bawah daun fertil (sporofil) terdapat bintik-bintik coklat yang sering disebut sorus. Sorus ini merupakan kumpulan sporangium, di dalam tiap sporangium terdapat sel induk spora yang akan membelah secara mitosis yang akan menghasilkan sejumlah spora yang bentuk dan ukurannya sama. Bila spora jatuh di tempat yang sesuai akan tumbuh menjadi protalium. Pada permukaan bawah gametofit dewasa akan terbentuk anteridium yang menghasilkan spermatozoid dan arkegonium. Jika terjadi fertilisasi terbentuk zigot. Zigot berkembang menjadi tumbuhan suplir baru (sporofit).

2) Tumbuhan Paku Heterospora

Ada pula tumbuhan paku yang mempunyai protalium tidak sama besar dan berumah dua, pemisahan jenis kelamin ini terjadi pada pembentukan spora dan ukurannya pun berbeda, sehingga tumbuhan paku ini disebut dengan paku *heterospora*. Spora yang berukuran besar mengandung banyak makanan cadangan dinamakan *makrospora/megaspora*. Adapun spora yang kecil dinamakan *mikrospora,* dihasilkan dari mikrosporangium. Contohnya paku semanggi (*Marsilea*), paku rane (*Selaginella)*.

Perlu Anda ketahui mikrospora akan tumbuh menjadi mikroprotalium, sedangkan makrospora akan tumbuh menjadi makroprotalium. Selanjutnya, mikroprotalium membentuk mikroogametofit yang akan menghasilkan anteridium dan akan menghasilkan sperma. Sebaliknya makroprotalium membentuk makrogametofit yang akan menghasilkan arkegonium dan akan menghasilkan ovum. Jika terjadi fertilisasi antara sperma dan ovum, maka akan menghasilkan tumbuhan paku. Dan tumbuhan paku ini akan berkembang menghasilkan spora, demikian seterusnya.

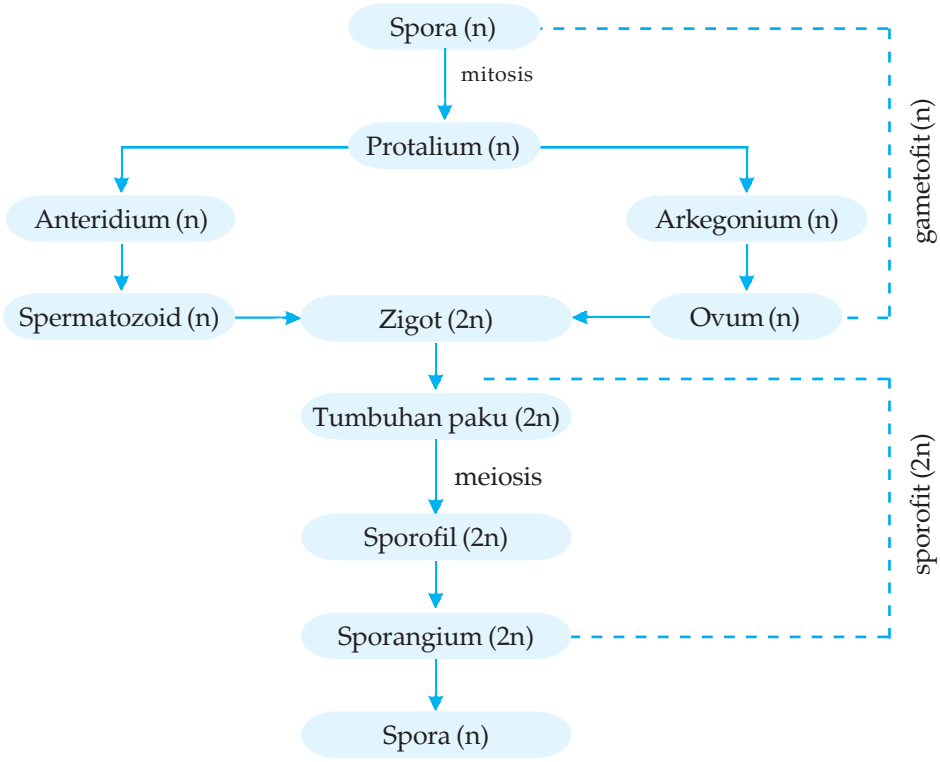
3) Tumbuhan Paku Peralihan

Selain paku homospora dan heterospora, ada pula jenis paku yang sporangiumnya menghasilkan spora sama besar, tetapi berbeda jenis kelaminnya, sehingga disebut dengan tumbuhan paku peralihan. Tumbuhan

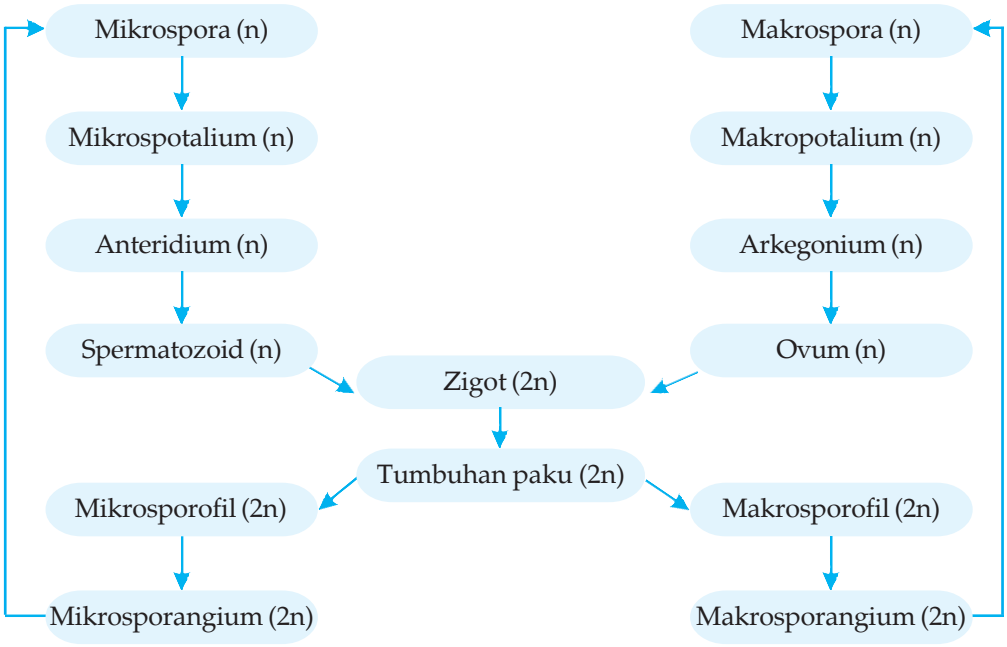
paku ini dianggap sebagai bentuk peralihan antara paku homospora dan heterospora, misalnya paku tapal kuda (*Equisetum debile*).

Apabila spora jatuh ke tanah sebagian akan tumbuh menjadi protalium jantan dan sebagian tumbuh menjadi protalium betina.

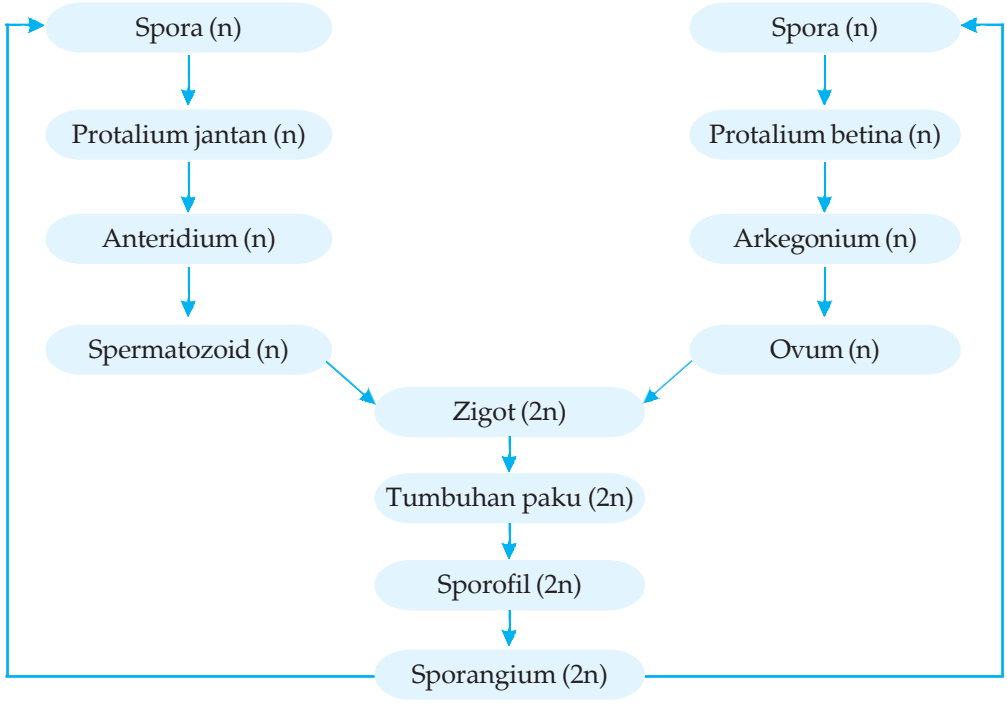
Dari ketiga jenis paku ini coba Anda pelajari dan diskusikan dengan teman Anda mengenai daur hidupnya dan perbedaannya! Berdasarkan daur hidup tersebut, fase manakah yang berumur panjang?



Gambar 7.24 Skema daur hidup tumbuhan paku homospora



Gambar 7.25 Skema daur hidup tumbuhan paku heterospora



Gambar 7.26 Skema daur hidup tumbuhan paku peralihan

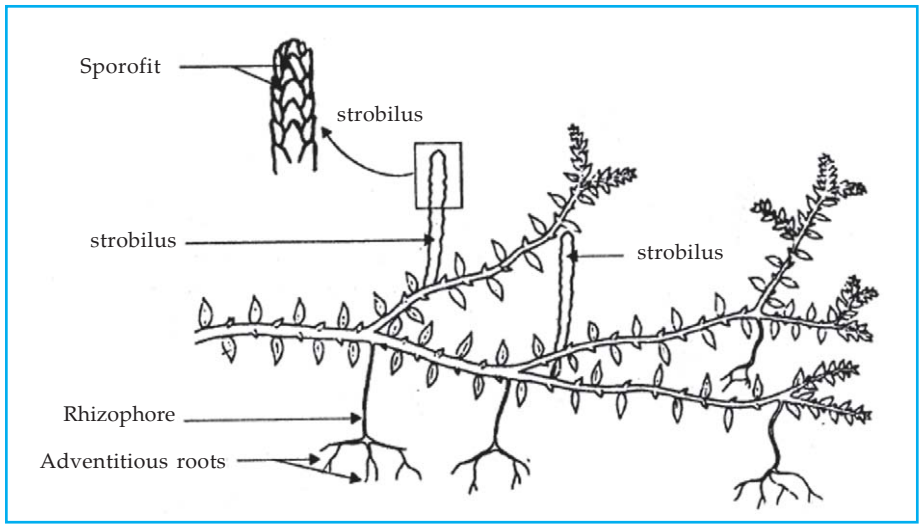
Berdasarkan sifat sporanya, jenis tumbuhan paku dapat dibedakan seperti yang telah Anda pelajari di depan. Akan tetapi pembagian ini tidak mencerminkan jauh dekatnya hubungan kekerabatannya. Dalam taksonomi, termasuk tumbuhan paku yang sudah punah dimasukkan dalam pembagian dalam beberapa divisio, yaitu sebagai berikut.

1) Psilophyta (Paku Telanjang)

Jenis paku ini sebagian besar telah punah, tumbuhan ini belum berdaun dan berakar, batang telah mempunyai berkas pengangkut, bercabang-cabang menggarpu dengan sporangium pada ujung cabang-cabangnya. Sporofil menghasilkan satu jenis spora (homospora). Untuk memperoleh makanan gametofit paku ini bersimbiosis dengan jamur, karena tidak mempunyai klorofil. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, maka tumbuhan paku dinamakan paku telanjang, misalnya *Rhynia major* dan *Psilotum*.

2) Lycopodiophyta (Paku Kawat/Paku Rambut)

Tumbuhan paku ini mempunyai ciri-ciri bentuk daun kecil-kecil, tidak bertangkai, batang seperti kawat dan akarnya bercabang-cabang, selalu bertulang satu. Pada beberapa jenis, daunnya mempunyai lidah-lidah (*ligula*), daunnya yang amat banyak tersusun rapat menurut garis spiral. Sporangium terdapat pada ketiak daun dan berkumpul membentuk seperti kerucut yang disebut *strobilus*, misalnya *Lycopodium elavatum*, *Selaginela* sp. Jika Anda menemukan paku kawat amatilah sesuai dengan ciri-ciri yang sudah Anda ketahui!



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

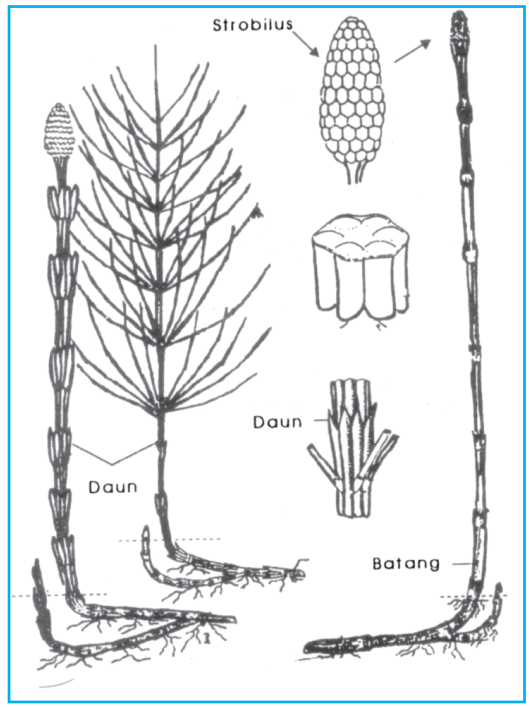
Gambar 7.27 *Selaginela* sp.

3) Equisetophyta (Paku Ekor Kuda)

Tumbuhan ini sampai sekarang masih hidup, umumnya berupa herba yang menyukai tempat-tempat lembap, biasanya hidup di dataran tinggi. Paku ekor kuda mempunyai daun-daun kecil seperti selaput dan tersusun seperti karang, daunnya terdapat di setiap buku, melingkar, dan berbentuk sisik. Adapun batangnya mirip dengan daun cemara, berongga, berbuku-buku, dan tumbuh tegak.

Sporofil selalu berbeda dengan daun biasa, sporofil ini berbentuk perisai dengan sejumlah sporangium pada sisi bawahnya. Semua sporofil tersusun dan merupakan suatu badan berbentuk gada/kerucut pada ujung batang/cabang. Protaliumnya berwarna hijau dan berkembang di luar spora.

Agar lebih jelas, carilah paku ekor kuda. Setelah Anda dapatkan, amati sporofil, protalium, ciri-ciri daun dan batangnya! Bandingkan dengan Gambar 7.28 ini!



Sumber: Biologi, Diknas, 2000

Gambar 7.28 *Equisetum* sp.

4) Pterophyta (Paku Sejati)

Pernahkah Anda melihat suplir (*Adiantum cuneatum*), paku tiang (*Alsophila galuca),* ekor merak (*Adiantum farleyense*), paku tanduk rusa (*Platycerium bifurcatum*)? Tumbuhan ini sering digunakan untuk tanaman hias, dapat juga dimanfaatkan untuk sayur, misalnya semanggi (*Marsilea crenata*), bahkan ada yang digunakan untuk bahan obat-obatan, misalnya *Dryyopteris filix-mas.*

Bagaimana ciri-ciri tumbuhan ini? Dalam bahasa sehari-hari, paku sejati dikenal sebagai tumbuhan paku/pakis yang sebenarnya atau paku sejati, mempunyai daun-daun besar (*makrofil*), bertangkai, mempunyai banyak tulang, pada waktu masih muda daun itu tergulung pada ujungnya, dan pada sisi bawah mempunyai banyak sporangium. Paku ini banyak tumbuh di tempat-tempat yang teduh/lembap, sehingga di tempat yang terbuka dapat mengalami kerusakan akibat penyinaran matahari.



Sumber: www.goggle.com

Gambar 7.29 Paku sejati

d. Peranan Tumbuhan Paku bagi Kehidupan

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak kita lihat tumbuhan paku digunakan sebagai tanaman hias di rumah-rumah. Ada yang ditanam di dalam pot, dan ada yang ditempelkan di pohon, misalnya suplir (*Adiantum cuneatum*), dan paku tiang (*Alsophila galuca)* dapat pula digunakan untuk tiang bangunan, ekor merak (*Adiantum farleyense*), paku tanduk rusa (*Platycerium bifurcatum*), dan sarang burung (*Asplenium nidus*). Ada pula yang dimanfaatkan untuk sayuran, misalnya semanggi (*Marsilea crenata*), untuk obat-obatan, misalnya *Dryyopteris filix-mas, Lycopodium clavatum*, bahkan ada yang digunakan untuk pupuk hijau, yaitu *Azolla pinnata* yang bersimbiosis dengan *Anabaena azollae,* yang dapat mengikat nitrogen bebas dari udara. Ada yang memanfaatkan untuk alat penggosok dan pembersih, yaitu pada epidermis paku ekor kuda karena berstruktur kasar dan mengandung silikon dioksida. Bahkan pada zaman dahulu fosil tumbuhan paku ini membentuk batu bara yang dapat digunakan untuk bahan bakar.

Dari pengamatan sehari-hari, coba amatilah adakah tumbuhan paku yang bersifat merugikan?

TUGAS KELOMPOK

Setelah Anda mempelajari tentang lumut (Bryophyta) dan tumbuhan paku (Pteridophyta) coba Anda diskusikan tentang:

1. Persamaan dari tumbuhan lumut dan paku.
2. Perbedaan dari tumbuhan lumut dan paku.

Untuk mempermudah pengerjaannya, buatlah tabel, misalnya struktur tubuhnya, ukurannya, jaringan pembuluhnya, dan lain-lain.

Diskusikan dengan teman-teman Anda, buatlah kesimpulannya! Kemudian presentasikan hasilnya di depan kelas!

4. Tumbuhan Biji (Spermatophyta)

Istilah *Spermatophyta* berasal dari bahasa Yunani, *sperma* berarti biji dan *phyta* berarti tumbuhan. Setelah mempelajari tumbuhan yang memiliki spora meliputi Thallophyta, Bryophyta, dan Pteridophyta, selanjutnya Anda akan mempelajari tentang tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*). Lihatlah beraneka ragam tumbuhan yang ada di sekitar lingkungan Anda, seperti rumput, mangga, jagung, anggrek, mawar, dan sebagainya.

a. Ciri-Ciri Spermatophyta

Coba amatilah struktur tubuh, bentuk bunga, buah, daun, batang, dan akar dari berbagai tumbuhan yang ada di sekitar Anda! Dari sekian banyak tumbuhan yang ada di muka bumi ini, ternyata tumbuhan yang paling banyak jenisnya adalah tumbuhan biji, sekitar 250.000 species lebih telah diketahui jenisnya. Tempat hidupnya tersebar sangat luas, mulai dari daerah pantai sampai ke daerah pegunungan, bahkan sampai ke kutub.

Seperti yang Anda lihat dalam kehidupan sehari-hari bentuk tubuh Spermatophyta bervariasi, ada yang besar dan ada yang kecil. Demikian juga perawakannya ada yang berbentuk pohon, misalnya jati, kelapa, ada yang berbentuk perdu, contoh mawar dan matahari, ada yang berbentuk semak misalnya arbei dan ada pula yang berbentuk herba, misalnya sayur-sayuran

Tempat hidupnya sebagian di darat, tetapi ada yang hidup di air, coba berikan contohnya! Spermatophyta merupakan organisme fotoautrotop, yaitu mempunyai klorofil untuk berfotosintesis dapat menghasilkan makanan sendiri.

b. Perkembangbiakan Spermatophyta

Ingatlah kembali cara terbentuknya buah dan biji! Biji dan buah dapat terbentuk setelah terjadinya peristiwa penyerbukan bunga, yaitu menempelnya serbuk sari pada kepala putik, kemudian terjadilah pembuahan, yaitu penyatuan sel telur yang terdapat di dalam kantung lembaga pada bakal biji dengan inti yang berasal dari serbuk sari. Selanjutnya, setelah terbentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio yang mengalami fertilisasi dan akan terus berkembang menjadi buah biji.

c. Jenis-Jenis Tumbuhan Biji (Spermatophyta)

Bagaimana kita dapat mengetahui suatu tumbuhan dikelompokkan dalam tumbuhan berbiji? Ciri khas dari tumbuhan ini adalah berkembang biaknya dengan menggunakan biji dan menghasilkan bunga (anthophyta). Menurut para ahli, berdasarkan letak bijinya, tumbuhan ini dibedakan menjadi dua kelas, yaitu *Gymnospermae* (tumbuhan biji terbuka) dan *Angiospermae* (tumbuhan biji tertutup). Ingatlah kembali pelajaran di SMP/MTs! Bagaimana kita dapat mengetahui perbedaan dari kedua jenis tumbuhan berbiji tersebut? Agar lebih jelas, terlebih dahulu lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengamati tumbuhan biji terbuka dan tertutup

Alat dan Bahan:
1. Lup/kaca pembesar
2. Pisau kecil
3. Tanaman padi
4. Tanaman melinjo

Cara Kerja :

1. Siapkan terlebih dahulu alat dan bahannya. Setelah Anda dapatkan, amatilah bagian-bagian dari bunga, buah, dan bijinya, serta bentuk struktur dari batang dan sistem perakarannya. Agar lebih jelas, setelah Anda amati, catatlah dalam tabel, bila perlu gambarlah bagian-bagian itu, kemudian bandingkanlah antara satu tanaman dengan tanaman lain, misalnya apakah memiliki bunga, apakah buahnya membungkus biji, bagaimana bentuk batangnya, seperti lurus, sedikit ranting, bercabang banyak.
2. Catat hasil pengamatan Anda, kemudian diskusikan dengan teman-teman tentang perbedaan tumbuhan berbiji tertutup dan terbuka!
3. Bandingkanlah hasil yang Anda dapatkan dengan teman-teman. Buatlah kesimpulan pada buku tugas Anda!

1) Gymnospermae

Istilah Gymnospermae berasal dari bahasa Yunani, *gymnos* berarti terbuka/telanjang dan *spermae* yang berarti biji.

Dari hasil pengamatan Anda melinjo sebagai salah satu contoh Gymnospermae, terlihat bijinya tidak dalam keadaan tertutup oleh daging buah (karpel) sehingga tampak dari luar sejak masih bakal biji hingga menjadi biji. Contoh yang lain yaitu pakis haji, pinus, damar, cemara. Jika Anda mengamati bunganya berbentuk strobilus (karangan bunga berbentuk kerucut) dan tak

memiliki perhiasan bunga. Sistem pembuahannya tunggal, batangnya lurus dan sedikit percabangan/ranting, dan perakaran tunggang. Pada kenyataannya tumbuhan Gymnospermae berwujud pohon, hanya beberapa saja yang berwujud semak.

Tahukah Anda dari contoh paku biji merupakan tumbuhan pertama di antara Gymnospermae, walaupun sekarang sudah punah beberapa keturunannya seperti pakis dan melinjo masih ada sampai sekarang. Tumbuhan berbiji inilah yang mengungkapkan garis keturunan purba dengan kenyataan bahwa mikrospora mencapai bakal biji.

Tumbuhan biji terbuka ini dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu kelompok melinjo (*Gnetinae*), kelompok pinus (*Coniferinae*), kelompok pakis haji (*Cycadinae*). Untuk mempermudah cara mempelajarinya, lakukan kegiatan dengan pengamatan dari ketiga kelompok tumbuhan tersebut bandingkan hasil pengamatan Anda dengan uraian berikut ini!

a) Kelompok Melinjo (*Gnetinae)*

Batang pohon melinjo tampak tegak dan bercabang-cabang, mempunyai daun lebar dengan tulang daun menyirip. Apa manfaat melinjo? Melinjo (*Gnetum gnemon*) banyak digunakan untuk bahan makanan, yaitu daun muda, bunga, biji melinjo dapat disayur, bijinya untuk dibuat emping, dan batangnya untuk bahan-bahan industri, yaitu kulit kayunya dipakai sebagai jala atau bahan kertas.



Sumber: Foto Haryana

Gambar 7.30 Kelompok melinjo

b) Kelompok Pinus (*Coniferinae*)

Pernahkan Anda melihat pohon pinus? Pohon ini mempunyai batang yang lurus dan tegak serta bercabang-cabang, daunnya berbentuk jarum atau bersisik kecil-kecil. Mempunyai strobilus, dianggap sebagai bunga yang belum sejati. Strobilus ini ada dua macam yaitu strobilus jantan, berupa sisik yang menghasilkan sel kelamin jantan dan strobilus betina yang menghasilkan bakal biji. Pinus ini merupakan tumbuhan yang selalu hijau (*evergreen*).

Pinus antara lain dimanfaatkan untuk bahan bangunan dan alat rumah tangga, seperti cemara dan damar (*Agathis alba*).



Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 7.31 Pohon pinus

c) Kelompok Pakis Haji (*Cycadinae)*

Ciri pakis haji mirip dengan tumbuhan paku, yaitu mempunyai daun muda yang menggulung. Daunnya berbentuk pita dan tulang daunnya menyirip. Sistem perakarannya berbeda dengan yang lain, yaitu berakar serabut. Mempunyai strobilus jantan yang halus dan lebih kecil, sedangkan strobilus betina lebih besar dan berkayu. Misalnya, pakis haji (*Cycas rumphii*), sering digunakan untuk tanaman hias.



Sumber: Kimball Jilid 3, 1999

Gambar 7.32 Pakis haji

Berdasarkan pengamatan Anda terhadap ketiga kelas tumbuhan Gymnospermae, apa perbedaan dari ketiga kelas tersebut dan apa peranan tumbuhan ini bagi kehidupan manusia? Diskusikan dengan kelompok Anda!

2) Angiospermae

Berdasarkan asal katanya *Angiospermeae* berasal dari kata *angeion* yang berarti botol dan *sperma* yang berarti biji. Kelompok anggota ini berkebalikan dari Gymnospermae, yaitu menghasilkan biji dengan keadaan terlindung oleh daun buahnya memiliki alat perkawinan yang berupa bunga (*Antophyta*). Kelompok tumbuhan ini banyak ditemukan di mana-mana karena mampu beradaptasi segala lingkungan. Ingatlah kembali pelajaran IPA di SMP/MTs! Berdasarkan jumlah keping bijinya, Angiospermae dibagi menjadi dua kelas, yaitu tumbuhan biji berkeping satu (*Monocotyleonae*) misalnya padi, jagung, anggrek, kelapa, nanas, pisang, dan lain-lain. Dan tumbuhan biji berkeping dua (*Dicotyledonae*) misalnya mangga, kacang tanah, terung, dan ketela pohon. Agar lebih jelas lakukan kegiatan berikut ini untuk mengetahui perbedaan dari kedua kelas tersebut!

KEGIATAN KELOMPOK 5

Tujuan : Mengamati perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil

Alat dan Bahan :

1. Lup/kaca pembesar
2. Gunting
3. Tanaman mangga
4. Tanaman jagung
5. Biji kacang tanah
6. Biji jagung

Cara Kerja :

1. Cobalah Anda membuat kecambah jagung dan kacang tanah beberapa hari, setelah berkecambah amatilah keadaan bijinya dan akarnya.
2. Amati pula tanaman jagung dan tanaman mangga yaitu sistem perakarannya, struktur batangnya misalnya bercabang/tidak, struktur bunganya, yaitu bagian-bagian bunganya, bijinya, bentuk daunnya.
3. Dari hasil pengamatan Anda tulislah ke dalam tabel seperti ini di buku tugas Anda.

No.	Ciri-Ciri yang Diamati	Monokotil	Dikotil
1.			
2.			
3.			
	dan seterusnya		

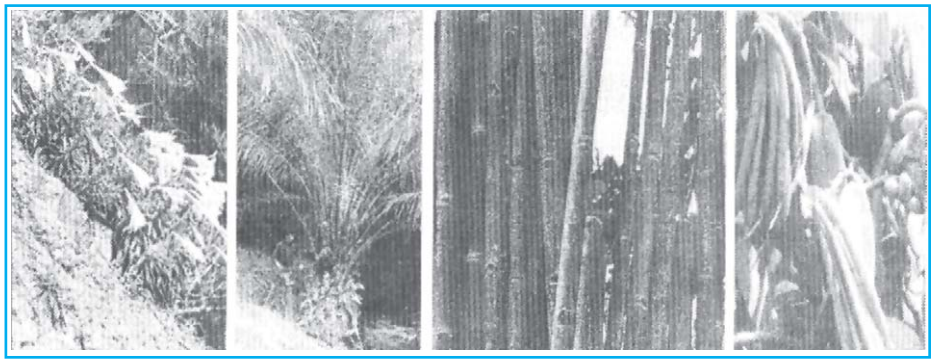
4. Buatlah kesimpulan dari pengamatan Anda, lalu diskusikan tentang perbedaan dari tumbuhan monokotil dan dikotil bersama kelompok Anda! Presentasikan hasilnya di depan kelas!

Dari hasil pengamatan Anda maka akan diperoleh perbedaan yang jelas yaitu:

a) Monokotil

Contoh tumbuhan monokotil adalah jagung. Pada saat berkecambah, biji jagung tampak tidak terbelah, bijinya tertutup, pada keadaan berkecambah bijinya menunjukkan jumlah keping lembaga atau daun lembaganya hanya ada satu. Sistem perakarannya serabut karena tampak pada saat berkecambah sudah memiliki akar samping yang tumbuh pada bagian pangkal batang.

Akar yang berkecambah mengalami hambatan dalam pertumbuhan dan digantikan oleh tumbuhnya akar-akar samping yang banyak berbentuk serabut memiliki ukuran sama besar. Batangnya berbuku-buku dan ruas sudah mulai tampak jelas, batang yang tumbuh di atas tanah umumnya tidak bercabang akibat tunas tidak tumbuh dengan baik. Akar dan batangnya tidak dapat membesar karena tidak mempunyai kambium, sedangkan bentuk daunnya sejajar atau melengkung yang berukuran panjang seperti pita/pedang. Pada perhiasan bunganya sulit dibedakan bentuk dan warnanya antara mahkota dan kelopak bunganya, serta jumlah bagian-bagian bunganya berkelipatan tiga.



Sumber: Encarta Encyclopedia 2006

Gambar 7.33 Beberapa contoh tumbuhan monokotil

Beberapa famili dari tumbuhan monokotil antara lain:

(1) Palmae : kelapa dan kurma
(2) Gramineae : rumput, padi, gandum, bambu
(2) Orchidaceae : keluarga bunga anggrek
(4) Liliaceae : bawang merah dan putih, lili.

b) Dikotil

Dari hasil pengamatan pada Kegiatan Kelompok 5 Anda dapat mengetahui pada saat biji kacang tanah berkecambah memiliki dua keping lembaga atau dua daun lembaga, yaitu bijinya terbelah menjadi dua bagian. Sistem perakarannya tunggang, yaitu akar kecambahnya mengalami pertumbuhan terus hingga tumbuhan menjadi besar dan bagian pangkalnya memiliki ukuran yang lebih besar daripada ujungnya. Batangnya bercabang-cabang karena tunas berkembang dengan baik, mempunyai kambium sehingga akar dan batangnya dapat membesar. Bentuk daunnya menjari/menyirip yang berukuran pendek dibandingkan panjangnya, sedangkan bagian-bagian bunganya sudah dapat dibedakan, yaitu mahkota bunga tampak berwarna indah sedangkan kelopak bunga tampak berwarna hijau. Jumlah bagian-bagian bunganya kelipatan 4 atau 5.



Sumber: CD clipart, 2005

Gambar 7.34 Beberapa contoh tumbuhan dikotil

Beberapa famili tumbuhan dikotil antara lain :

(1)	*Leguminosae* (polong-polongan)	: kembang merak, flamboyan, kacang tanah, jengkol, petai, buncis, asam
(2)	*Solanaceae*	: kentang, tomat, cabai, terung, tembakau
(3)	*Compositae*	: bunga matahari, selada, dahlia
(4)	*Labiatae*	: nilam, dilem, lavender, kumis kucing
(5)	*Umbelliferae*	: jinten, ketumbar, adas
(5)	*Malvaceae*	: kembang sepatu, kapas
(7)	*Cetaceae*	: kaktus
(8)	*Rosaceae*	: mawar, apel, arbei
(9)	*Magnoliaceae*	: cempaka putih, cempaka ambon
(10)	*Cruciferae*	: kubis, sawi, lobak
(11)	*Rutaceae*	: jeruk
(12)	*Euphorbiaceae*	: ketela, karet

Setelah Anda mempelajari tumbuhan berbiji (Spermatophyta) coba Anda amati tentang ciri-ciri famili/suku dari masing-masing tumbuhan monokotil dan dikotil dengan mengamati dari masing-masing tumbuhan seperti yang dicontohkan di atas! Apakah masing-masing suku tersebut ada yang memiliki persamaan dengan ciri-ciri yang Anda amati? Bagaimana dengan perbedaannya, terdapat pada bagian mana saja? Pikirkan!

Sekarang Anda sudah bisa membuat taksonomi tumbuhan, cobalah Anda mengklasifikasikan tanaman padi, kacang tanah, bunga mawar, mangga sampai ke tingkat famili/suku!

d. Peranan Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Beberapa manfaat tumbuhan berbiji bagi kehidupan dimanfaatkan untuk kepentingan manusia sebagai berikut.

1) Kayu dapat digunakan untuk bahan bangunan dan perabotan.
2) Pohon-pohon sebagai penyimpan air, sumber oksigen, dan peneduh.
3) Sayur-sayuran merupakan sumber vitamin dan protein.
4) Padi, jagung, gandum, sagu sebagai makanan pokok.
5) Kapas dan rami sebagai bahan pakaian/sandang.
6) Macam-macam bunga untuk keindahan dan bahan kosmetik.
7) Mahkota dewa, kumis kucing, mengkudu, ada untuk bahan obat-obatan.

Perlu Diketahui

Tahukah Anda belum lama ini para ilmuwan dari kebun raya Kerajaan di Kew Inggris berhasil menumbuhkan biji-bijian dari tiga species berbeda. Biji tersebut berumur 200 tahun, yaitu disimpan sejak masa kekuasaan Raja George III yang telah sukses dikecambahkan. Biji-bijian tersebut dibawa dari Inggris ke Afrika Selatan oleh pedagang Belanda pada 1803, dan para peneliti baru menemukannya kembali beberapa tahun lalu di dalam lipatan sebuah buku yang disimpan di Arsip Nasional. Seorang ahli, Matt Daws pakar ekologi biji dari Bank Millenium Kebun Raya berpendapat biji tersebut tersimpan dalam kondisi sangat buruk.

RANGKUMAN

1. Dunia tumbuhan (plantae) memiliki empat divisi, yaitu *Thallophyta*, *Bryophyta*, *Pteridophyta,* dan *Spermatophyta*.
2. Divisio *Thallophyta* karena tidak mempunyai akar, batang dan daun sebenarnya, tumbuhan alga dimasukkan dalam divisio ini.
3. Alga dibedakan menjadi beberapa filum berdasarkan warna pigmennya, yaitu *Chlorophyta* (alga hijau), *Rhodophyta* (alga merah), dan *Phaeophyta* (alga cokelat).
4. Alat reproduksi alga ada 2 macam, yaitu aseksual dengan pembelahan sel, contohnya *Clamidomonas*, fragmentasi contoh *Spirogyra*, dan pembentukan spora contoh *Oedogonium*. Sedangkan cara seksual secara isogami, contoh *Clamidomonas*, anisogami contoh *Ulva*, dan oogami contoh *Chara*.
5. Chlorophyta terdiri atas beberapa jenis, yaitu bersel tunggal, tidak bergerak (contoh *Chlorella*), berbentuk koloni (contoh *Volvox*), berbentuk benang (contoh *Spirogyra*), berbentuk lembaran (contoh *Ulva*).
6. *Phaeophyta* hidup di laut, berwarna cokelat, memiliki gelendong-gelendong udara untuk mengapung.
7. *Rhodophyta* bentuknya seperti rumput sehingga disebut sebagai rumput laut, dapat dibuat agar-agar.
8. Lumut (*Bryophyta*) merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dan tumbuhan berkormus.
9. Tumbuhan lumut merupakan tumbuhan perintis.
10. Dalam daur hidupnya lumut mengalami pergiliran keturunan (*metagenesis*), gametofit berumur lebih panjang daripada sporofit.

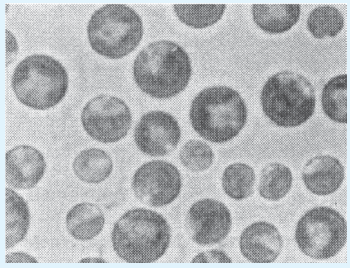
11. Tumbuhan lumut dibagi menjadi dua kelas, yaitu lumut hati (*Hepaticae*) dan lumut daun (*Musci*).
12. Divisio *Pterydophyta* atau tumbuhan paku sudah memiliki akar, batang, dan daun sesungguhnya sehingga disebut sebagai tumbuhan berkormus.
13. Ciri khas daun paku pada waktu masih muda menggulung (*mikrofil*). Ada dua macam daun paku, yaitu tropofil (inter fotosintesa) dan sporofil (penghasil spora)
14. Tumbuhan paku juga mengalami metagenesis, sporofit berumur lebih panjang dari gametofit.
15. Berdasarkan sporanya, tumbuhan paku ada beberapa macam, yaitu homospora, heterospora, dan paku peralihan.
16. Tumbuhan paku mempunyai empat macam divisi, yaitu *Psilophyta* (paku telanjang), *Lycopodiophyta* (paku kawat/paku rambut), *Equisitophyta* (paku tapal kuda), dan *Pterodophyta* (paku sejati).
17. Divisio Spermatophyta dibagi menjadi dua kelas, yaitu *Gymnospermae* (tumbuhan biji terbuka) dan *Angiospermae* (tumbuhan biji tertutup).
18. Gymnospermae terdiri atas 3 kelompok, *Gnetinae* (melinjo), *Coniferinae* (pinus) dan *Cycadinae* (pakis haji).
19. Angiospermae dibagi menjadi dua kelas, *Monocotyledonae* (berkeping satu) dan *Dicotyledonae* (berkeping dua).

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Di dalam tubuh ganggang/alga terdapat zat-zat warna. Zat warna pirang dinamakan
 a. fikoeritrin
 b. fikosianim
 c. xantofil
 d. karotin
 e. fikosantin
2. Chlorophyta merupakan golongan alga yang mempunyai divisio terbesar di antara divisio alga-alga yang lain. Cara berkembang biak *Spirogyra* secara aseksual dilakukan dengan
 a. kormus
 b. fragmentasi filamen
 c. pembelahan biner
 d. pembentukan zoospora
 e. metagenesis
3. Alga hijau bersel tunggal yang tidak bergerak dapat diolah menjadi bahan makanan, kosmetik, dan obat-obatan. Alga tersebut adalah
 a. *Chlamidomonas*
 b. *Chorella*
 c. *Volvox*
 d. *Ulva*
 e. *Spirogyra*
4. Bentuk *Phaeophyta* menyerupai tumbuhan tingkat tinggi, yaitu telah mempunyai bentuk seperti akar, batang dan daun. Ada species alga ini yang dapat dimanfaatkan untuk suplemen hewan ternak dan dapat untuk mengobati penyakit gondok, yaitu....
 a. *Chara*
 b. *Laminaria*
 c. *Macroycystis*
 d. *Ascophylum*
 e. *Ulva*
5. Bentuk *Rhodophyta* seperti rumput atau disebut rumput laut, alga tersebut dikenal sebagai penghasil agar-agar, yaitu
 a. *Eucheuma spinosum*
 b. *Chlamidomonas*
 c. *Volvox*
 d. *Spirogyra*
 e. *Ulva*

6. Pada bagian atas daun lumut hati terdapat kuncup yang disebut
 a. strobilus
 b. sporofil
 c. protalium
 d. protenema
 e. gemma
7. Pada tumbuhan lumut terdapat bagian berbentuk seperti botol yang dapat menghasilkan ovum, bagian ini disebut
 a. sporogonium
 b. arkeogonium
 c. protalium
 d. sporofit
 e. sporofil
8. Pada tumbuhan paku, sporagonium terkumpul dalam suatu tempat yang disebut dengan
 a. annulus
 b. indusium
 c. sorus
 d. operculum
 e. strobilus
9. Tumbuhan paku ada yang mempunyai spora berumah satu dan ukurannya besar, contoh jenis paku ini adalah
 a. paku rane
 b. paku semanggi
 c. tapal kuda
 d. suplir
 e. pakis haji
10. Strobilus merupakan sporangium yang terdapat pada ketiak daun dan berkumpul membentuk seperti kerucut, yang dimiliki oleh
 a. Eguisetophyta
 b. Lycopodiophyta
 c. Psilophyta
 d. Pterophyta
 e. Bryophyta
11. Tumbuhan paku sangat berperan dalam kehidupan manusia, antara lain digunakan sebagai pupuk hijau, yaitu
 a. *Alsophila galuca*
 b. *Asplenium nidus*
 c. *Azolla pinnata*
 d. *Anabaena azollae*
 e. *Adiantum cunoatum*
12. Ciri khas kelompok tumbuhan berbiji adalah berkembang biak menggunakan biji dan menghasilkan bunga. Contoh kelompok tumbuhan biji terbuka yang bijinya dapat digunakan untuk membuat emping adalah
 a. *Gramineae*
 b. *Gnetinae*
 c. *Cycadinae*
 d. *Coneferinae*
 e. *Leguminoceae*

13. Berdasarkan jumlah keping bijinya, angiospermae dibedakan menjadi tumbuhan biji berkeping satu dan berkeping dua. Contoh tumbuhan berkeping satu adalah
 a. sawi
 b. bambu
 c. anggrek
 d. kapas
 e. kaktus
14. Kelompok tumbuhan angiospermae yang memiliki dua keping biji dari famili solanaceae, antara lain seperti berikut, *kecuali*
 a. kentang
 b. mawar
 c. tembakau
 d. cabai
 e. padi
15. 

 Perhatikan gambar di samping! Gambar tersebut adalah alga sebagai sumber makanan baru, dapat pula digunakan sebagai bahan kosmetik dan obat-obatan, yaitu
 a. *Chlamidomonas*
 b. *Chorella*
 c. *Volvox*
 d. *Chara*
 e. *Ulva*

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Apa perbedaan antara alga Chlorophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta?
2. Ada berapa macam jenis alga hijau? Sebutkan dan berilah contohnya!
3. Apa yang Anda ketahui tentang *Chlorella*? Jelaskan!
4. Bagaimana cara perkembangbiakan lumut hati?
5. Berdasarkan sporanya, sebutkan macam-macam tumbuhan paku!
6. Apa perbedaan antara tumbuhan lumut dan tumbuhan paku?
7. Apa yang Anda ketahui tentang klorofil dan sporofil?
8. Mengapa Pterodophyta disebut sebagai paku sejati?
9. Apa yang Anda ketahui tentang tumbuhan monokotil dan dikotil?
10. Apa yang dimaksud dengan tumbuhan biji terbuka? Sebutkan jenis tumbuhan berbiji terbuka!

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Belum lama ini telah ditemukan biji yang berumur 200 tahun yang telah sukses untuk dikecambahkan. Bagaimana tanggapan Anda tentang peristiwa ini? Berikan alasan yang tepat
2. Coba Anda amati tanaman tali putri. Jika dilihat dengan mata telanjang, tali putri ini tidak mempunyai daun dan akar dan terlihat seperti sekumpulan benang-benang berwarna kuning. Mengapa tali putri ini dimasukkan dalam dunia tumbuhan? Termasuk dalam divisio apa? Jelaskan jawaban Anda disertai alasan yang tepat!
3. Mengapa saat ini banyak para ahli tertarik menyelidiki pada tumbuhan ganggang dijadikan sebagai sumber makanan baru? Jelaskan!

BAB 8 DUNIA HEWAN

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang dunia hewan/animalia. Dengan mempelajari materi pada bab ini melalui kegiatan pengamatan, baik secara langsung atau dengan bantuan alat mikroskop, diharapkan Anda dapat mengetahui ciri-ciri yang dimiliki kelompok-kelompok hewan, dan dapat mendeskripsikan persamaan serta perbedaan ciri-ciri yang dimiliki oleh kelompok-kelompok hewan. Dengan demikian Anda dapat lebih mengenal dunia hewan serta dapat mengidentifikasikan peran anggota hewan bagi kehidupan.

Hewan adalah makhluk hidup yang mempunyai ciri-ciri berbeda dengan tumbuhan. Ciri yang paling membedakan antara hewan dan tumbuhan adalah tidak mempunyai klorofil dan bergerak aktif.



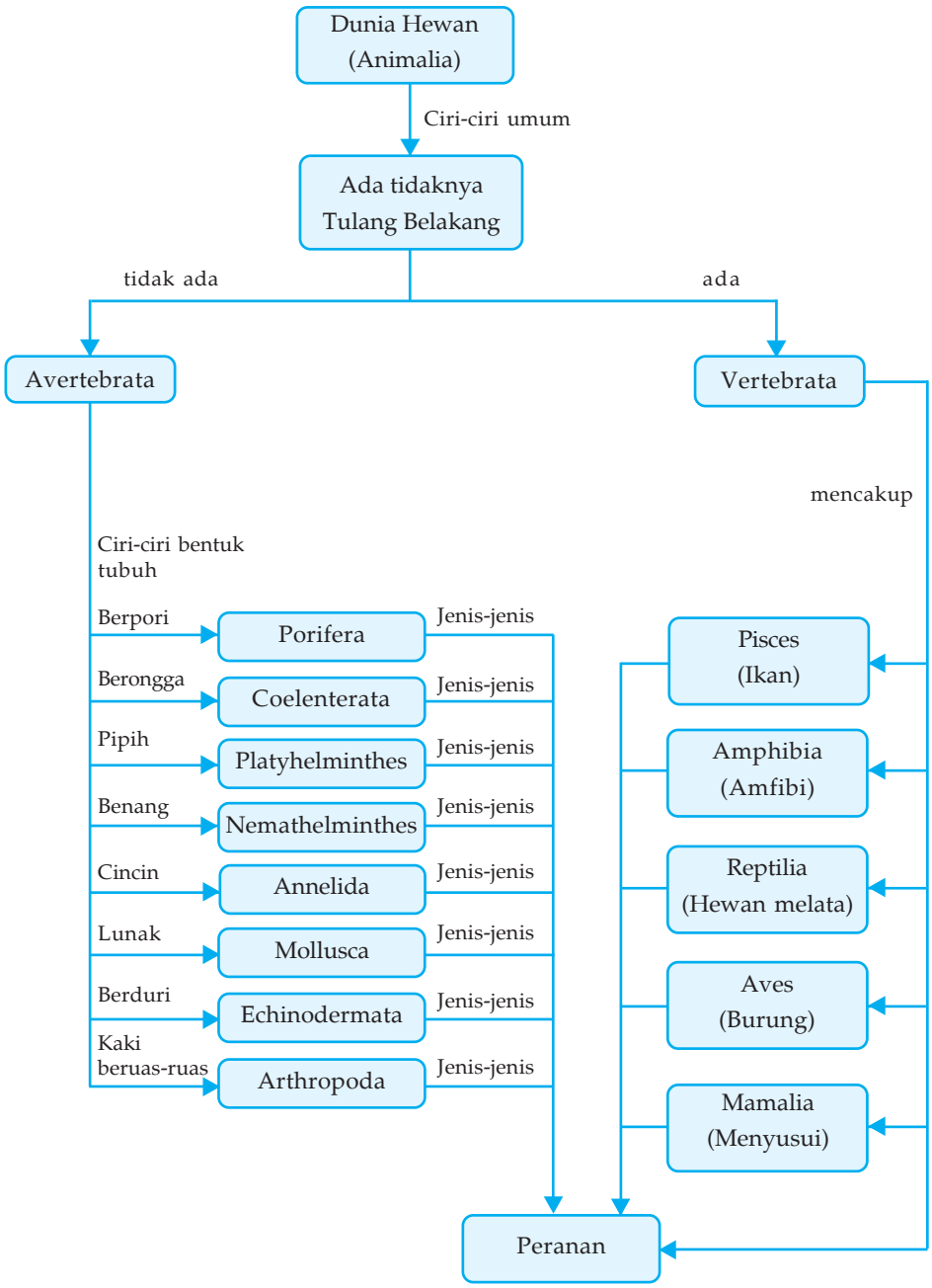
Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.1 Bermacam-macam jenis hewan

Kata Kunci

- avertebrata
- porifera
- coelenterata
- plathyhelminthes
- nemathelminthes
- annelida
- arthropoda
- mollusca
- echinodermata
- vertebrata
- pisces
- amfibi
- reptilia
- aves
- mamalia

PETA KONSEP


Dunia Hewan (Animalia)
Ciri-ciri umum
Ada tidaknya Tulang Belakang
tidak ada
ada
Avertebrata
Vertebrata
mencakup
Ciri-ciri bentuk tubuh
Berpori
Porifera
Jenis-jenis
Berongga
Coelenterata
Jenis-jenis
Pipih
Platyhelminthes
Jenis-jenis
Benang
Nemathelminthes
Jenis-jenis
Cincin
Annelida
Jenis-jenis
Lunak
Mollusca
Jenis-jenis
Berduri
Echinodermata
Jenis-jenis
Kaki beruas-ruas
Arthropoda
Jenis-jenis
Pisces (Ikan)
Amphibia (Amfibi)
Reptilia (Hewan melata)
Aves (Burung)
Mamalia (Menyusui)
Peranan

A CIRI-CIRI UMUM HEWAN

Perhatikan beberapa hewan pada Gambar 8.1! Dapatkah berbagai jenis hewan itu dimasukkan dalam satu filum? Coba pikirkan! Andaikan bisa, berarti hewan-hewan tersebut mempunyai beberapa persamaan dalam strukturnya. Ingatlah kembali tentang sistem klasifikasi makhluk hidup!

Sebagai contoh, cobalah amati hewan kucing dan cacing yang sering kita lihat sehari-hari! Apakah kedua hewan tersebut dapat dimasukkan dalam satu kelompok? Apabila kita perhatikan, kucing mempunyai rangka, yaitu tulang belakang yang dapat melentur, tetapi apakah cacing juga mempunyai tulang belakang? Jika kita memutuskan tubuh cacing, maka kita akan mengetahui bahwa tubuh cacing tidak memiliki tulang belakang. Walaupun tidak mempunyai tulang belakang, tetapi cacing tersebut mempunyai semacam batang dapat melentur yang letaknya kira-kira pada tempat yang sama seperti pada tulang belakang. Dengan demikian kedua hewan tersebut tidak dapat dimasukkan dalam satu kelompok karena mempunyai perbedaan dalam strukturnya. Bagaimana dengan jenis-jenis hewan lain yang sangat beraneka ragam? Agar lebih jelas, lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Menentukan ciri-ciri hewan

Alat dan Bahan :
1. Hewan-hewan di sekitar
2. Tabel pengamatan

Cara Kerja:

1. Coba Anda amati hewan-hewan seperti pada tabel!
2. Isikan hasil pengamatan Anda dalam tabel dengan memberi tanda (√) sesuai dengan ciri-ciri setiap hewan!
3. Setelah Anda isikan, buatlah kesimpulan dari pengamatan tersebut! Tuliskan hasilnya di buku tugas Anda!
4. Diskusikan dengan kelompok Anda, kemudian bandingkan hasilnya dengan kelompok lain.
5. Presentasikan hasilnya di depan kelas!

No.	Ciri-ciri Tubuh	Ubur-ubur	Cacing	Kupu-kupu	Bekicot	Ikan	Katak	Ular	Kelinci	Burung
1.	Tubuh:									
	a. bertulang belakang									
	b. tidak bertulang belakang									
2.	Bagian Tubuh									
	a. kepala									
	b. leher									
	c. badan									
	d. ekor									
3.	Kulit ditutupi									
	a. rambut									
	b. bulu									
	c. sisik									
	d. duri									
4	Cara bergerak									
	a. bergerak									
	b. meloncat									
	c. terbang									
	d. berenang									
	e. melata									
5 .	Alat gerak									
	a. kaki									
	b. sayap									
	c. sirip									
	d. tubuh									
6.	Alat bernapas									
	a. paru-paru									
	b. insang									
	c. kulit									
7.	Suhu tubuh									
	a. tetap									
	b. berubah									

B PENGELOMPOKAN HEWAN

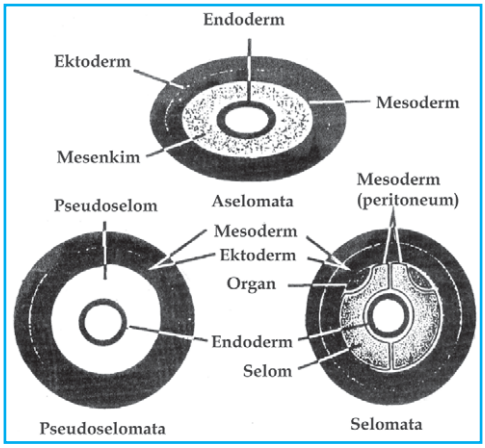
Dari Kegiatan Kelompok 1 Anda sudah dapat mengetahui golongan hewan yang termasuk anggota kelompok tidak mempunyai tulang belakang (*Avertebrata*) dan golongan hewan yang termasuk kelompok bertulang belakang (*Vertebrata*). Hewan-hewan yang diamati pada Kegiatan Kelompok 1 merupakan sebagian kecil dari anggota hewan di muka bumi ini. Selanjutnya, Anda akan mempelajari lebih mendalam lagi tentang anggota hewan yang termasuk Avertebrata dan Vertebrata.

Menurut para ahli, terbentuknya hewan-hewan di muka bumi ini dimulai dari zigot bersel satu yang mengalami pembelahan sel dan sel tersebut akan bertambah banyak yang terbentuk menyerupai bola. Bentuk seperti bola tersebut akan mengalami perkembangan, yaitu akan melekuk ke dalam sehingga akan terbentuk dua lapisan, yaitu *ektoderm* (lapisan luar) dan *en-*

doderm (lapisan dalam). Ektoderm dalam masa perkembangannya membentuk bagian-bagian tubuh tertentu, yaitu epidermis, kulit, dan sistem saraf, sedangkan lapisan endoderm akan berkembang menjadi sistem pencernaan dan kelenjarnya. Ada beberapa hewan yang berkembang pada tingkat kedua lapisan ini yang dinamakan *diplobastik*. Adapun yang termasuk golongan hewan ini adalah *Porifera* dan *Coelenterata*.

Di antara kedua lapisan, yaitu ektoderm dan endoderm akan berkembang dan terbentuk lapisan *mesoderm*. Lapisan mesoderm akan berkembang membentuk bagian tubuh yang menjadi otot, sistem reproduksi, sistem sirkulasi, dan sistem ekskresi. Golongan hewan yang berkembang pada ketiga tingkat lapisan ini dinamakan *triplobastik*. Golongan hewan ini adalah *Plathyhelminthes* dan *Nemathelminthes*.

Dari hasil penelitian diketahui pada *Platyhelminthes* belum mempunyai rongga tubuh, yaitu terlihat tubuhnya padat, tanpa rongga antara usus dan tubuh terluar sehingga digolongkan sebagai *triplobastik aselomata* (*selom* = rongga tubuh). Adapun pada *Nemathelminthes* mempunyai rongga tubuh semu, yaitu mesoderm belum membentuk rongga yang sesungguhnya karena tampak pada mesoderm belum terbagi menjadi lapisan dalam dan lapisan luar, yang dinamakan dengan *triplobastik pseudoselomata* dan yang mempunyai rongga tubuh dinamakan *triplobastik selomata* karena mesodermnya sudah dipisahkan oleh rongga tubuh yang terbentuk menjadi dua lapisan, yaitu dalam dan luar. Termasuk golongan hewan ini adalah *Annelida* sampai *Chordata*.



Sumber: Biologi 1, Depdiknas, 2003

Gambar 8.2 Rongga tubuh hewan

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa terbentuknya hewan dimulai dari *Protozoa* (ingatlah kembali pelajaran tentang Protista!) kemudian *Porifera, Coelenterata,* sampai pada tingkat *Mamalia*. Jadi, hewan tersebut mengalami perkembangan dari satu sel menjadi banyak sel hingga terbentuk triplobastik aselomata, pseudoselomata, sampai selomata. Agar lebih jelas lihat dan amati Gambar 8.2!

Hewan yang digolongkan dalam kelompok Avertebrata memiliki persamaan ciri, yaitu tidak mempunyai ruas-ruas tulang belakang (*vertebrae*). Jika kita amati, golongan hewan ini memiliki pola organisasi tubuh yang

agak sederhana, dibandingkan dengan kelompok hewan vertebrata. Dengan dasar inilah hewan-hewan ini dianggap primitif atau merupakan bentuk-bentuk paling awal dari kehidupan yang telah mengalami sedikit perubahan.

Sekarang Anda sudah mengetahui tentang terbentuknya hewan. Hewan apa saja yang termasuk dalam *Avertebrata*? Pelajarilah materi berikut dengan baik!

1. Avertebrata

Kelompok *Avertebrata* terdiri atas filum-filum berikut.

a. Filum Porifera

Nama *Porifera* berasal dari bahasa latin, *porus* yang berarti lubang, dan *ferre* yang berarti membawa atau mempunyai. Porifera adalah salah satu contoh Avertebrata.

Berdasarkan asal katanya, Porifera ini merupakan kelompok hewan yang mempunyai pori. Tahukah Anda bunga karang seperti yang tampak pada Gambar 8.3 Bunga karang ini merupakan jenis hewan dari kelompok Porifera, sangat sulit dibayangkan bukan, karena bila dilihat bentuknya seperti tumbuh-tumbuhan. Apabila Anda pergi ke pantai dan menemukan bunga karang, cobalah amati bentuk morfologi dan habitat-nya!



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.3 Bunga karang

Hewan sederhana ini selama hidupnya menetap di karang atau permukaan benda keras lainnya di dasar air. Hewan ini tidak mempunyai alat gerak dan setelah dewasa melekat pada suatu dasar sehingga bersifat *sessile*. Ada sekitar 5000 species yang telah diketahui dan beberapa di antaranya hidup di air tawar tetapi sebagian besar hidup di laut.

1) Ciri-Ciri Umum Porifera

Bunga karang mempunyai bentuk beraneka ragam. Ada yang berbentuk seperti tabung, jambangan, piala, terompet, dan ada pula yang seperti tum-buhan, yaitu bercabang-cabang. Jadi, sebagian besar berbentuk asimetrik. Tubuhnya kebanyakan berwarna abu-abu, ada juga yang berwarna merah, kuning, biru, dan hitam. Beberapa di antaranya mempunyai rongga tubuh yang tunggal, adapun lainnya mempunyai jaring-jaring rongga tubuh yang rumit. Ada yang mempunyai rangka keras serupa dengan kaca atau seperti kulit Molusca, ada yang mempunyai rangka dengan bahan liat serupa bahan tanduk pada sapi.

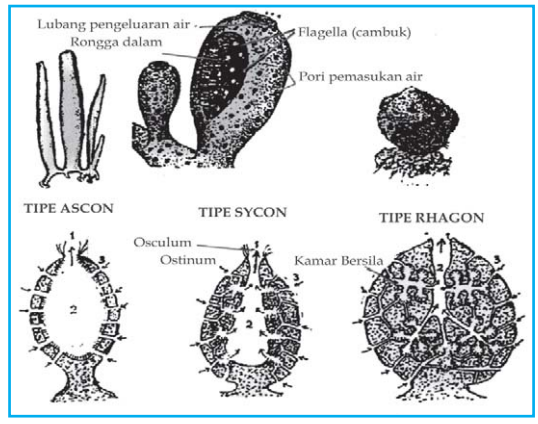
Jika Anda mengamati dengan cermat, akan terlihat dasar tubuh bunga karang ini lunak berwujud kantung berdinding tebal yang berlubang-lubang/berporus/pori (*ostium*). Jadi, tubuhnya memiliki rongga tubuh (*spongosol*) yang permukaannya berpori. Melalui porus inilah air dialirkan masuk menggunakan flagel-flagel, yaitu berupa penjuluran-penjuluran yang berbentuk rambut serupa dengan silia, tetapi lebih panjang dan lebih sedikit dalam jumlahnya. Air keluar dari rongga tubuh melalui lubang keluar yang dinamakan oskulum. Setiap ostium memiliki saluran yang menghubungkan ke spongosol. Dengan peristiwa ini, coba Anda pikirkan cara hewan ini makan! Bagaimana cara kita membuktikan adanya sistem saluran pada Porifera? Agar lebih jelas, lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Pergilah ke pantai dan carilah bunga karang yang masih hidup. Letakkan bunga karang tersebut dalam gelas piala yang berisi air laut. Agar lebih jelas, tetesi dengan cairan zat warna, misalnya eosin di sekitar tubuhnya sehingga akan tampak arah alirannya. Perhatikan arah alirannya, yaitu air yang masuk dan keluar dari tubuhnya. Diskusikan dengan teman Anda, jika ada kesulitan tanyakan dengan guru Anda! Mengapa bisa terjadi aliran air tersebut? Kemudian bandingkanlah hasilnya dengan kelompok lain!

Dari kegiatan akan tampak air yang mengalir melalui sistem saluran/rongga yang terdapat flagel dan terus bergerak sehingga menyebabkan aliran air. Bagaimana sistem saluran airnya? Perhatikan Gambar 8.4 berikut ini!

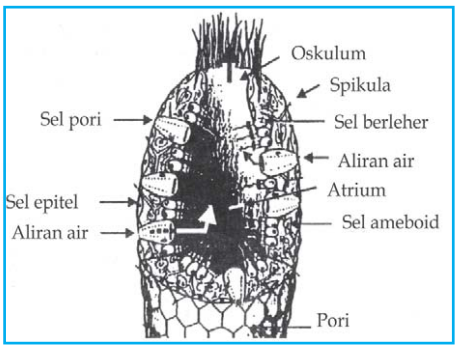
Ada tiga sistem saluran air pada Porifera, yaitu tipe *ascon*, *sycon*, dan *rhagon*. Tipe ascon adalah tipe yang paling sederhana, lubang-lubang ostium dihubungkan dengan saluran lurus langsung ke spongosol. Pada tipe sycon, lubang-lubang ostium dihubungkan dengan saluran bercabang ke rongga yang berhubungan langsung dengan spongosol. Adapun untuk tipe rhagon lubang-lubang ostium dihubungkan dengan saluran yang bercabang-cabang ke rongga yang sudah tidak berhubungan langsung dengan spongosol.



Sumber: Ensiklopedi Sains dan Kehidupan, 1997

Gambar 8.4 Sistem saluran air pada *Porifera*

Sekarang Anda sudah mengetahui sistem saluran air dari Porifera, bagaimana dengan struktur tubuhnya? Jika Anda ingin mengamati struktur tubuhnya, Anda dapat melanjutkan kegiatan pada Tugas Kelompok sebelumnya, yaitu dengan memotong irisan melintang tubuhnya agar mengetahui bagian-bagiannya seperti tampak pada Gambar 8.5 berikut ini!



Sumber: Biologi 1, Depdiknas, 2003

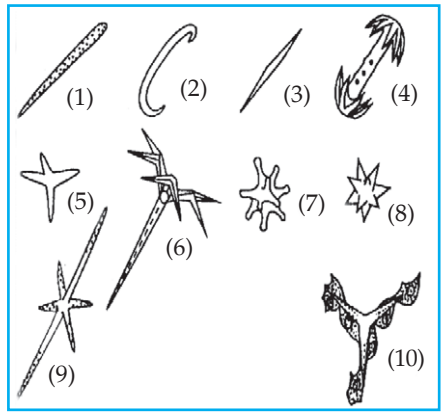
Gambar 8.5 Irisan melintang tubuh Porifera

Tubuh Porifera tersusun dari banyak sel dan sel-selnya ini meskipun sangat sederhana tetapi sudah memiliki tugas sendiri-sendiri, yaitu ada yang bertindak sebagai kulit, penangkap makanan, pengedar makanan, dan penyusun rangka. Susunan tubuhnya ada dua lapisan/diplobastik, yaitu sebagai berikut.

a) Lapisan luar, tersusun oleh sel-sel epidermis berbentuk pipih yang disebut *pinakosit* dan sebagai kulit luar.
b) Lapisan dalam yang tersusun oleh sel-sel leher/*koanosit* berbentuk seperti corong yang memiliki flagel, vakuola, dan nukleus.

Di antara kedua lapisan ini terdapat mesenkim/mesoglea yang berisi bahan gelatin/jeli dan bersifat koloid yang terdapat sel-sel amoebosit bebas. Mesenkim ini berfungsi untuk mengedarkan zat-zat makanan ke sel-sel lainnya dan zat sisa metabolisme dari satu sel ke sel lainnya. Terdapat juga rangka (spikula atau sporogin), yaitu merupakan duri-duri penguat dinding yang lunak dan dapat tersusun dari zat kapur, zat kersik (silikat), atau protein.

Jika Anda ingin mengamati bentuk spikula, Anda dapat mengambil sedikit bagian tubuh bunga karang, kemudian letakkan pada objek glass dengan menggunakan pinset, lalu tetesi air dan tutup dengan *cover glass*. Amati di bawah mikroskop, maka akan tampak bentuk-bentuk spikula seperti pada Gambar 8.6. Jika ingin membedakan spikula dibentuk dari zat kapur atau silikat dapat ditetesi dengan HCl 10%. Perhatikan yang terjadi dan amatilah! Bandingkan dengan Gambar 8.6 di samping!



Sumber: Biologi 1, Depdiknas, 2003

Gambar 8.6 Macam-macam spikula
1, 3, 5, 8, 9 : Spikula dari kapur
2, 4, 6, 7, 10 : Spikula dari silikat

Kelompok Porifera ini belum mempunyai sistem saraf, tetapi apabila mendapatkan rangsang yang berupa sentuhan, terutama pada daerah oskulum, maka rangsang tersebut akan diteruskan dari sel ke sel secara lambat. Tetapi untuk sistem pencernaannya masih sangat sederhana dan berlangsung secara intrasel, gerakannya seperti pada aliran air, air yang membawa makanan biasanya berupa plankton dan oksigen yang terlarut. Makanan tersebut ditangkap oleh sel leher kemudian dicerna dalam vakuola dan sari-sarinya akan diangkut oleh sel-sel amoebosit dan diedarkan ke seluruh tubuh, sedangkan sisa makanannya dikeluarkan melalui sel leher ke dalam air melalui spongosol.

2) Perkembangbiakan Porifera

Cara Porifera berkembang biak, yaitu secara aseksual maupun seksual. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan pembentukan kuncup dari dinding tubuhnya ke arah luar. Kuncup yang terbentuk dilepaskan dan akan tumbuh menjadi Porifera baru atau dapat pula tetap melekat membentuk suatu koloni. Pembentukan kuncup ini dapat terjadi bila kondisi kurang menguntungkan, yaitu bila keadaan kering atau keadaan dingin.

Pada Porifera air tawar akan terbentuk *gemmulae* atau plasma benih yang merupakan kumpulan sel-sel di dalam mesenkim yang terbungkus kuat dan tebal. Jika induknya mati, maka gemmulae akan tumbuh menjadi kuncup dan menjadi Porifera baru.

Reproduksi Porifera secara seksual, yaitu dengan pembentukan *arkeosit* yang mengandung sperma dan ovum. Jika terjadi penyatuan sperma dan ovum yang berada di mesoglea, maka akan terbentuk zigot. Zigot ini akan berkembang menjadi larva bersilia, kemudian berenang meninggalkan induknya dan akan menempel pada suatu dasar dan hidup sebagai individu baru. Karena dalam satu tubuh menghasilkan dua sel kelamin, maka Porifera ini bersifat hemaprodit, perlu diingat pembuahan ini terjadi dari sperma yang berasal dari jenis induk Porifera yang lain, jadi tidak berasal dari induk yang sama.

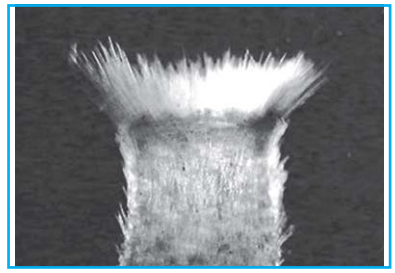
3) Jenis-Jenis Porifera

Telah kita ketahui bahwa spikula tersusun dari zat kapur dan dari silikat, apakah Anda sudah mengamati dan membuktikan seperti pada kegiatan sebelumnya? Dengan dasar zat penyusun inilah jenis Porifera ini digolongkan. Beberapa kelas Porifera adalah sebagai berikut.

a) Kelas *Calcarea*, golongan Porifera ini mempunyai spikula yang terbuat dari zat kapur. Umumnya hidup di air laut yang dangkal. Misalnya, *Scypha gelatinosa, Grantia, Leucosolenia.*

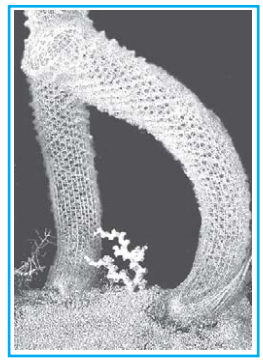
b) Kelas *Hexactinellida*, golongan ini mempunyai spikula yang terbuat dari zat kersik/silikat. Hidupnya di laut yang dalam, misalnya *Pheronema* sp., *Euplectella, Regadrella* sp.

c) Kelas *Demospongiae*, kelas ini mempunyai spikula yang terbuat dari zat kersik dan protein (spongin) atau hanya spongin saja. Tubuhnya lunak dan tidak mempunyai skeleton. Hidup di laut yang dangkal, mempunyai jumlah anggota yang paling banyak, misalnya *Euspongia officinalis* (spons mandi), *Spongilla, Haliclona, Microciona, Corticium.*



Sumber: www.mic-d.com

Gambar 8.7 *Grantia*



Sumber: www.abdn.ac.uk

Gambar 8.8 *Euplectella aspergilum*



Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 8.9 Demospongiae

4) Peranan Porifera bagi Kehidupan

Hewan Porifera tidak ada yang merugikan bagi kehidupan kita, tetapi ada yang dapat berguna untuk kehidupan kita, yaitu dari golongan *Demospongiae*, khususnya *Euspongia officinalis.* Bila dikeringkan, *Euspongia officinalis* dapat digunakan sebagai spons untuk alat penggosok badan sewaktu mandi atau dapat digunakan sebagai pembersih kaca. Ada juga yang memanfaatkannya untuk hiasan, yaitu dari Porifera yang sudah mati.

b. Filum Coelenterata

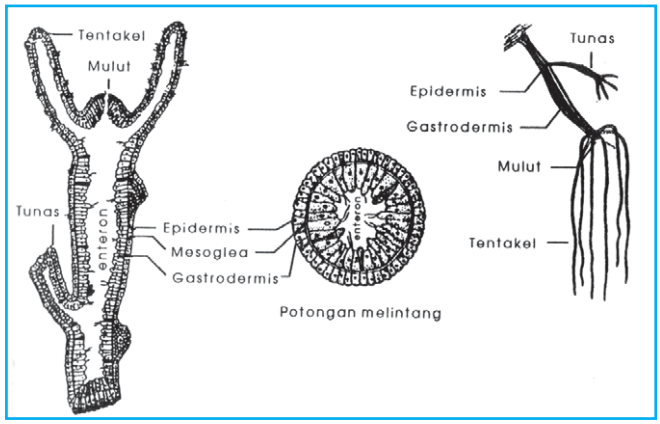
Nama *Coelenterata* berasal dari bahasa Yunani, yaitu *coelos* yang berarti rongga dan *enteron* yang berarti usus sehingga coelenterata berarti hewan yang memiliki rongga. Rongga tersebut digunakan sebagai ususnya dan sebuah mulut sebagai alat untuk menelan mangsanya, serta tentakel sebagai alat penangkap mangsanya. Jadi, bila dibandingkan dengan Porifera, Coelenterata jauh lebih kompleks.

Pernahkah Anda melihat ubur-ubur? Hewan ini merupakan salah satu binatang karang dan termasuk dalam anggota Coelenterata. Anda pasti sudah mengetahui habitatnya. Kebanyakan hewan ini hidup di air laut, tetapi ada juga yang hidup di air tawar. Hidupnya bisa secara berkoloni maupun soliter (menyendiri). Tubuhnya umumnya melekat pada dasar perairan.

1) Ciri-Ciri Coelenterata

Apabila Anda berwisata ke daerah pantai, carilah ubur-ubur atau *Hydra* dan amatilah struktur tubuhnya! Bandingkan dengan Gambar 8.10 berikut ini!

Tubuh hewan tersebut tidak jauh berbeda seperti kantung dengan beberapa tentakel di sekitar mulut. Pada permukaan tentakel, terdapat sel beracun (*knidoblast*) yang mengandung sel penyengat kecil (*nematosis*) yang dapat digunakan untuk melumpuhkan mangsa sehingga dia dapat mempertahankan dirinya. Penyengat ini dapat melumpuhkan organisme kecil, besar, bahkan manusia. Tentakel dengan penyengat inilah yang merupakan ciri utama dari filum ini.



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

Gambar 8.10 Ubur-ubur (*Hydra*)

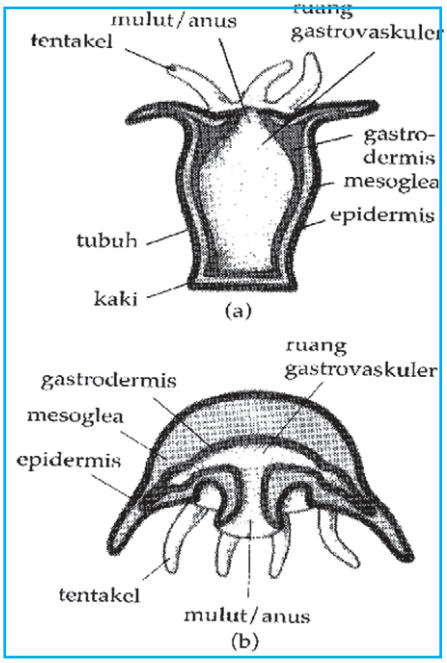
Bila kita memotong seekor *Hydra* dari kepala sampai pangkal, maka hewan ini tidak mempunyai permukaan dorsal dan permukaan ventral, maupun sisi kanan dan sisi kiri sehingga akan menampakkan tubuhnya yang simetris radial. Tubuhnya tersusun dari dua lapisan kulit (*diplobastik*), yaitu ektoderm dan endoderm. Ingatlah ektoderm sebagai lapisan luar (epidermis) untuk melindungi endoderm sedangkan endoderm sebagai lapisan dalam (gastrodermis) untuk pencernaan. Di antara kedua lapisan ini terdapat rongga yang berisi bahan seperti jeli, yaitu zat gelatin yang dinamakan *mesoglea* dan pada lapisan ini terdapat sel-sel saraf yang letaknya tersebar dan karena tidak mempunyai kepala, maka tidak memiliki pusat susunan saraf pusat.

Oleh beberapa ahli, mesoglea dianggap sebagai lapisan ketiga. Jika ada makanan maka bagian tubuh yang dekat makanan akan masuk melalui lubang (mulut) dan masuk ke rongga dalam yang disebut rongga *gastrovaskular* dan di dalam rongga ini proses pencernaan makanan terjadi. Coba Anda pikirkan!

a) Fase Polip

Daur hidup Coelenterata mengalami *fase polip* dan *fase medusa*. Pada fase polip hidupnya menempel di batuan perairan. Terlihat pada Gambar 8.11 (a) bentuknya seperti silinder dengan ujung yang satu terdapat mulut yang dikelilingi tentakel dan ujung lain buntu untuk melekatkan diri. Polip ini umumnya hidup secara soliter atau menyendiri, tetapi ada pula yang membentuk koloni, karena dia melekat jadi tidak dapat bergerak bebas. Polip yang membentuk koloni mempunyai beberapa macam bentuk menurut fungsinya, yaitu polip untuk makan yang disebut *gastozoid*. Polip yang digunakan untuk pembiakan dengan menghasilkan medusa disebut *gonozoid* dan polip untuk pertahanan. Koloni dari beberapa bentuk polip disebut *polimorfisme*.

b) Fase Medusa



Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 8.11 (a) Bentuk polip
(b) Medusa

Pada fase medusa, Coelenterata hidup melayang-layang di perairan. Bentuk tubuhnya tampak seperti payung/lonceng dengan tantakel pada bagian tepi yang melingkar, tampak transparan, dan berenang bebas. Di bagian tengah permukaan bawahnya terdapat mulut. Bentuk tubuh lainnya seperti bunga mawar dan mendapat julukan "mawar laut". Fungsi dari medusa adalah untuk berkembang biak secara seksual, jadi pada fase medusa ini akan menghasilkan sperma dan ovum.

Tidak semua Coelenterata mempunyai bentuk polip dan medusa, ada yang hanya mempunyai bentuk polip saja.

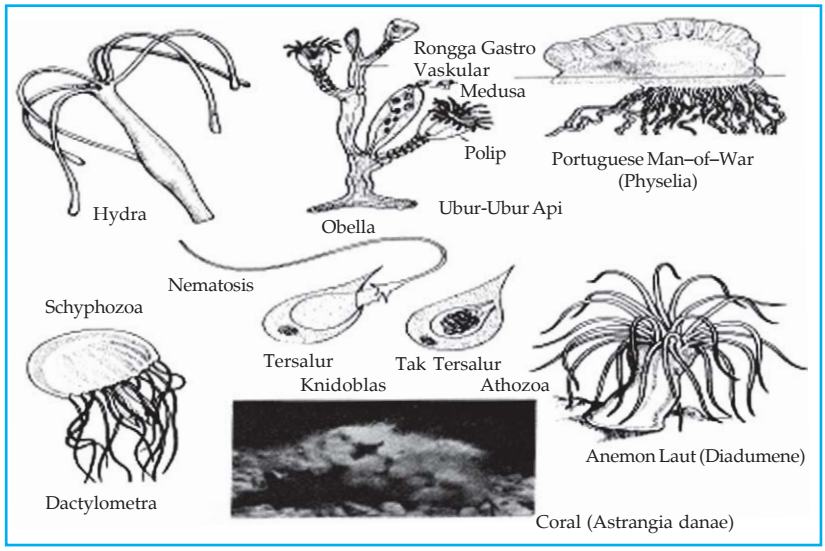
2) Perkembangbiakan Coelenterata

Untuk memperbanyak diri, Coelenterata berkembang biak secara aseksual dengan membentuk kuncup/tunas yang menempel pada hewan induknya, yaitu pada kakinya dan akan membesar sehingga terbentuk tentakel kemudian terlepas sehingga dapat menjadi individu baru. Ada juga yang tetap melekat pada induknya dan induknya tetap membentuk kuncup yang lain sehingga terbentuklah koloni.

Selain secara aseksual, Coelenterata dapat juga berkembang biak secara seksual, yaitu dengan penyatuan sperma dan sel telur yang akan terbentuk zigot. Sperma yang telah masak dikeluarkan dalam air dan akan berenang menuju ovum. Jika bertemu, terjadilah pembuahan dan zigot yang akan dihasilkan tumbuh menjadi larva bersilia yang disebut *planula*. Zigot ini dapat berenang meninggalkan induknya dengan tujuan agar tidak terjadi perebutan makanan. Jika terdapat pada suatu perairan yang cocok, maka akan tumbuh membentuk individu baru.

3) Jenis-Jenis Coelenterata

Para ahli taksonomi membagi Coelenterata menjadi tiga kelas, yaitu *Hydrozoa*, *Scyphozoa*, dan *Anthozoa*. Bagaimana ciri-ciri dari ketiga kelas tersebut?



Sumber: Biologi Jilid 3, Kimball, 1999

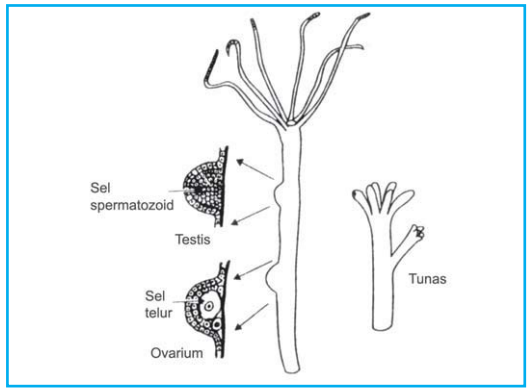
Gambar 8.12 Beberapa hewan Coelenterata

a) Hydrozoa

Pernahkah Anda melihat *Hydra, Obelia,* atau *Physalia*. Ketiga jenis hewan ini merupakan contoh dari Coelenterata. Perhatikan Gambar 8.12 agar lebih jelas!

(1) *Hydra*

Berdasarkan pengamatan dapat kita lihat bentuk *Hydra* seperti kantung, berongga, dan tidak bersekat. Hidupnya secara soliter di air tawar. Makanannya berupa hewan-hewan kecil misalnya jentik nyamuk, udang, kerang. *Hydra* bereproduksi secara aseksual dan seksual. Agar lebih jelas, lihatlah Gambar 8.13!

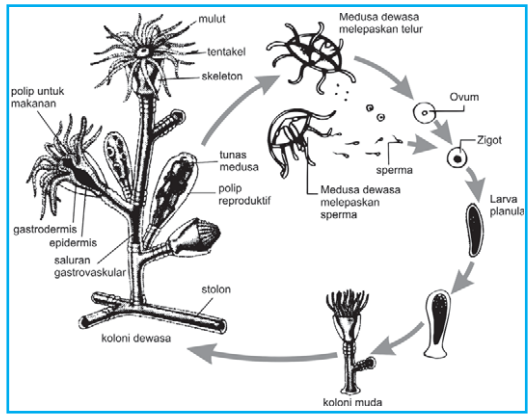


Sumber: Biologi 1, Depdiknas, 2003

Gambar 8.13 *Hydra* dengan alat perkembangbiakannya

(2) *Obelia*

Obelia merupakan jenis Coelenterata yang hidup di air laut dan hidup secara berkoloni. Tubuhnya mempunyai rangka luar yang mengandung kitin. Hidupnya sebagai koloni polip, yaitu polip hidrant yang berfungsi untuk makan dan polip gonangium yang berfungsi membentuk medusa dan dapat menghasilkan alat reproduksi. Agar lebih jelas, amati daur hidupnya pada Gambar 8.14!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

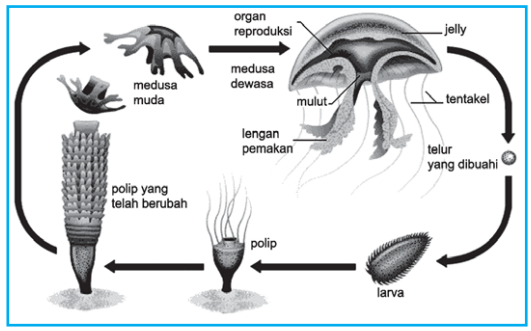
Gambar 8.14 Daur hidup *Obelia*

(3) Physalia

Physalia mempunyai bagian tubuh sebagai pelampung, hidupnya sebagai koloni polip yaitu ada polip untuk makan (*gastrozoid*), polip untuk reproduksi (*gonazoid*) dan polip untuk menangkap mangsa (*daktilozid*).

b) Schyphozoa

Anda tentu sudah mengetahui bentuk dari ubur-ubur (*Aurelia aurita*)! Ubur-ubur mempunyai ukuran yang besar dan berbentuk medusa, hewan ini



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.15 Siklus hidup ubur-ubur

sering terdampar di pantai. Daur hidupnya seperti yang terlihat pada Gambar 8.15. Coba Anda jelaskan fase-fase daur hidup ubur-ubur dengan melihat gambar!

Perlu Anda ingat Schyphozoa memiliki bentuk dominan sebegai medusa. Hati-hati lagi jika menyentuh ubur-ubur karena tentakelnya mengandung sel penyengat dan mengeluarkan racun yang sangat gatal, jika tidak tahan kulit akan melepuh.

c) Anthozoa

Pernahkah Anda melihat binatang berwarna-warni seperti bunga di dalam akuarium? Hewan itu termasuk kelas *Anthozoa*. Berdasarkan asal katanya, Anthozoa memiliki arti bunga, sering disebut sebagai mawar laut, bentuknya sangat indah. Hewan ini sebenarnya mempunyai tentakel. Termasuk jenis hewan ini adalah anemon laut dan hewan karang. Kebanyakan hidup secara berkoloni yang membentuk rumah dari kapur yang sering dinamakan "karang".



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.16 Anthozoa

Coba Anda lihat bentuk karang yang bervariasi dan sangat indah. Keindahan inilah yang banyak dimanfaatkan oleh manusia hingga berlebihan dan mengakibatkan kerusakan sehingga sekarang ini pelestarian terumbu karang menjadi suatu program yang harus digalakkan. Coba pikirkan, apabila terumbu karang ini rusak, apakah berpengaruh pada ekosistem lainnya?

4) Peranan Coelenterata bagi Kehidupan

Banyak sekali manfaat coelenterata ini dalam kehidupan. Ubur-ubur sering dimanfaatkan oleh orang Jepang untuk bahan makanan dan sebagai bahan kosmetik. Beberapa jenis hewan Anthozoa dapat membentuk karang yang bentuknya bervariasi dan sangat indah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai objek yang berkaitan dengan pariwisata. Ada juga jenis Anthozoa yang membentuk rangka dari zat tanduk yang sering dikenal sebagai akar bahar (*Euplexaura antipathes*) yang kerangkanya dapat digunakan sebagai gelang.

Kita seharusnya bersyukur sebab di negara kita Indonesia, banyak sekali keindahan alam yang dapat dijadikan objek wisata sehingga dapat meningkatkan taraf perekonomian penduduk di sekitar tempat wisata itu. Selain itu, bangsa kita menjadi lebih terkenal, misalnya dengan adanya Taman Laut Bunaken di Menado, Pasir Putih di Jawa Timur, dan Taman Laut di Bali.

C. Filum Plathyhelminthes

Coba carilah hewan cacing, kemudian amati bentuk tubuhnya! Jika kita memegangnya, tubuh cacing akan terasa lunak, tak bercangkang, dan bila cacing tersebut dipotong menjadi dua, maka akan terbentuk dua potongan yang sama, yaitu kiri dan kanan yang disebut *simetris bilateral*.

Hewan ini hidup sebagai parasit pada organisme lain. Hewan ini termasuk *triplobastik*, yaitu memiliki tiga lapisan kulit, di antaranya adalah *ektoderm*, yaitu lapisan luar yang akan berkembang menjadi kulit, *mesoderm*, yaitu lapisan tengah yang akan menjadi otot-otot dan beberapa organ tubuh, *ektoderma* yaitu lapisan luar yang akan menjadi usus dan alat pencernaan.

Tahukah Anda sebenarnya cacing mempunyai berbagai bentuk dan rongga tubuh. Hewan ini dibagi menjadi tiga kelompok. Salah satunya adalah cacing berbentuk pipih yang sering dinamakan *Plathyhelminthes* (*plathy* = pipih, *helminthes* = cacing). Sesuai dengan namanya, karena cacing ini belum mempunyai rongga tubuh (selomata) sehingga bentuknya pipih seperti daun/pita. Di manakah kita mendapatkan cacing pipih? Cacing pipih dapat hidup di daerah sungai yang jernih dan di balik bebatuan, di air laut pun cacing ini juga bisa hidup. Untuk mengetahui struktur hewan ini lebih jelas, lakukan kegiatan berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 3

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh cacing pipih/ Plathyhelminthes

Alat dan Bahan :

1. Kaca pembesar/lup
2. Cawan petri atau tempat untuk meletakkan cacing

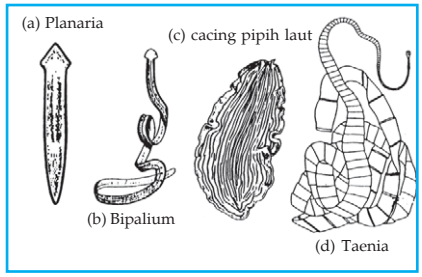
Cara Kerja :

1. Bersama teman-teman Anda, pergilah ke sungai untuk mencari cacing, di balik batu-batuan atau di bawah daun-daun tumbuhan air. Carilah cacing yang bentuknya pipih yang warnanya cokelat kehitaman.
2. Setelah Anda dapatkan lihat dan amati dengan lup, amati bagian tubuhnya, bentuk kepalanya, dan bagian-bagian organ lainnya.
3. Dari hasil pengamatan Anda, gambarlah bentuk cacing tersebut dan tunjukkan bagian-bagian tubuhnya lalu gambarlah bentuk cacing tersebut.
4. Apabila sudah Anda amati, kemudian potonglah cacing tersebut secara membujur atau memanjang, kemudian biarkan pada air yang jernih dan amati daya regenerasinya.

5. Kesimpulan apa yang Anda peroleh dari kegiatan ini?
6. Bandingkan hasil Anda dengan kelompok yang lain!
7. Presentasikan di depan kelas!

1) Ciri-Ciri Umum Plathyhelminthes

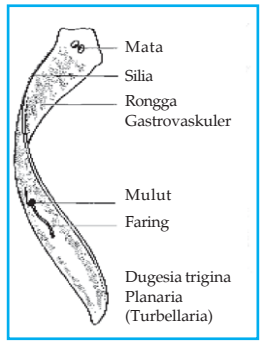
Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan dapat kita lihat bentuk kepalanya segitiga dan terdapat dua bintik mata yang peka terhadap cahaya yang sering disebut *oseli*, panjangnya sekitar 2-3 cm. Bagian tubuhnya dibagi menjadi bagian kepala (*anterior*), ekor (*posterior*), bagian punggung (*dorsal*), bagian perut (*ventral*), dan bagian samping (*lateral*). Bermacam-macam jenis cacing pipih tampak pada Gambar 8.17



Sumber: Biologi 3,Depdikbud, 1995

Gambar 8.17 Bermacam-macam cacing pipih

Pada saat Anda mengambil cacing tersebut, maka tampak hewan ini mengeluarkan lapisan lendir yang licin di bawah tubuhnya. Bagaimana gerakan tubuhnya? Coba perhatikan! Cacing tersebut akan bergerak dengan cepat ke depan di atas lendir dengan cara menggerak-gerakkan sejumlah besar silia yang ada di permukaan ventral. Silia ini akan hilang pada waktu dewasa dan mempunyai alat kait untuk menempel dan alat pengisap. Apabila terapung di air, maka akan berenang dengan gerakan tubuh yang mengombak, yang sangat memungkinkan untuk mencari makan secara aktif. Karena mempunyai mulut, maka makanan masuk dalam mulut di permukaan ventral menuju ke rongga gastrovaskular yang terletak di tengah tubuhnya yang terdapat usus-usus bercabang-cabang membentuk saluran-saluran ke seluruh tubuhnya, sehingga usus tersebut dapat berfungsi untuk mencerna makanan sekaligus untuk mengedarkannya. Karena cacing ini tidak mempunyai lubang anus, maka sisa makanannya keluar melalui lubang yang menjadi jalan masuknya makanan. Agar lebih jelas perhatikan Gambar 8.18!



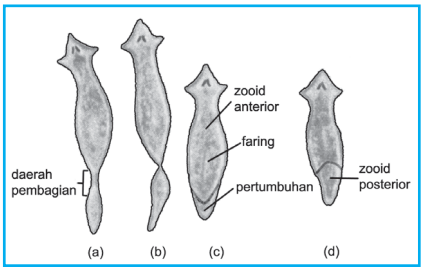
Sumber: Kimball Jilid 3 1999

Gambar 8.18 Struktur tubuh cacing pipih

Sama seperti Coelenterata, masuknya oksigen dan keluarnya karbon dioksida pada Plathyhelminthes melalui permukaan tubuhnya. Adapun sistem sarafnya karena sudah mempunyai kepala sehingga mempunyai sistem saraf pusat, yaitu mempunyai ganglion otak berjumlah sepasang yang dihubungkan dengan serabut saraf menyerupai tangga yang terbuat dari tali dan dikenal dengan sistem saraf tangga tali.

2) Perkembangbiakan Plathyhelminthes

Anda sudah membuktikan bahwa cacing ini ternyata mempunyai daya regenerasi sangat tinggi, yaitu dengan cara membelah diri. Cara demikian merupakan cara reproduksi secara aseksual. Pembelahan tubuh dimulai dengan penggentingan di belakang faring dan memisah menjadi dua hewan. Dapat juga apabila dari satu individu dipotong menjadi beberapa bagian, maka setiap bagiannya akan mampu membentuk individu baru. Lihat Gambar 8.19!



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 8.19 Perkembangbiakan aseksual Platyhelminthes

Selain secara aseksual, cacing ini dapat pula berkembang biak secara seksual karena hewan ini pada umumnya bersifat *hemaprodit* (satu individu mempunyai dua alat kelamin), tetapi akan terjadi perkawinan silang.

3) Jenis-Jenis Cacing Plathyhelminthes

Cacing ini dibagi menjadi tiga kelas, yaitu *Turbellaria*, *Trematoda*, dan *Cestoda*. Mari kita pelajari bersama pada uraian berikut!

a) Turbellaria

Kelompok cacing Turbellaria adalah cacing yang hidup bebas dan bergerak dengan bulu getarnya, contohnya *Planaria.* Anda sudah mengetahui ciri-ciri cacing ini melalui Kegiatan Kelompok 2. Cacing ini dapat digunakan sebagai indikator biologis kemurnian air. Apabila dalam suatu perairan banyak terdapat cacing ini, berarti air tersebut belum tercemar karena cacing ini hanya dapat hidup di air yang jernih, sehingga apabila air tersebut tercemar maka cacing ini akan mati.

b) Trematoda

Jenis cacing Trematoda hidup sebagai parasit pada hewan dan manusia. Tubuhnya dilapisi dengan kutikula untuk menjaga agar tubuhnya tidak tercerna oleh inangnya dan mempunyai alat pengisap dan alat kait untuk melekatkan diri pada inangnya. Contoh anggota Trematoda adalah *Fasciola hepatica* (cacing hati). Cacing ini hidup di hati ternak kambing, biri-biri, sapi, dan kerbau. Bagaimana struktur tubuhnya? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan kelompok berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 4

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh cacing hati

Alat dan Bahan :
1. Cawan petri atau botol bekas
2. Formalin 5%
3. Cacing hati

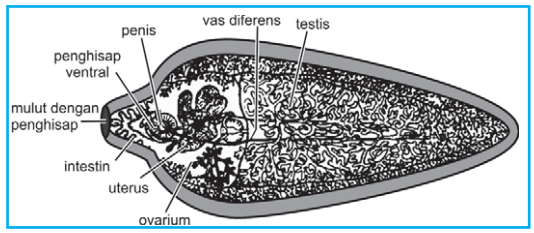
Cara Kerja :

1. Pesanlah pada petugas penyembelihan daging sapi/kerbau/kambing, yang terdapat cacing hati mintalah cacing hati dari binatang tersebut.
2. Setelah Anda memperolehnya, masukkan pada cawan petri atau tempat yang sudah Anda sediakan.
3. Amati bentuk tubuhnya, warnanya, jumlah alat pengisap, apakah ada mulut, anus, dan lain-lain.
4. Gambarlah cacing tersebut dan bila akan disimpan berilah formalin!
5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di buku tugas Anda!
6. Bandingkan hasil Anda dengan kelompok lain.

(1) *Fasciola hepatica*

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, maka Anda akan melihat bentuk dari cacing ini sama dengan cacing pipih lainnya, yaitu seperti daun. Perhatikan Gambar 8.20!

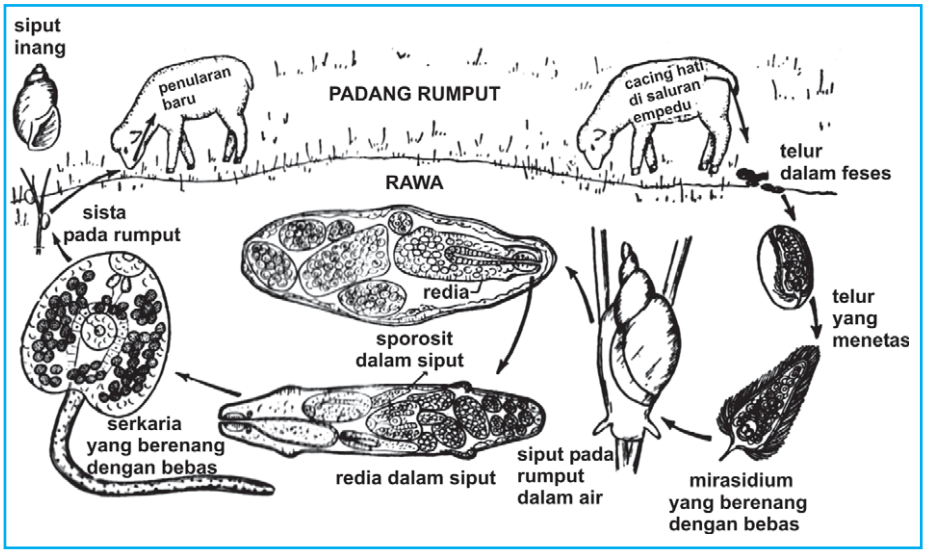
Cacing hati mempunyai ukuran panjang 2,5–3 cm dan lebar 1–1,5 cm. Pada bagian depan terdapat mulut meruncing yang dikelilingi oleh alat pengisap, dan ada sebuah alat pengisap yang terdapat di sebelah ventral sedikit di belakang mulut, juga terdapat alat kelamin. Bagian tubuhnya ditutupi oleh sisik kecil dari kutikula sebagai pelindung tubuhnya dan membantu saat bergerak. Cacing ini tidak mempunyai anus dan alat ekskresinya berupa sel api.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.20 Cacing hati (*Fasciola hepatica*)

Bagaimana daur hidup cacing ini sehingga dapat mencapai hati makhluk hidup? Amatilah Gambar 8.21!



Sumber: Zoologi Dasar, 1994

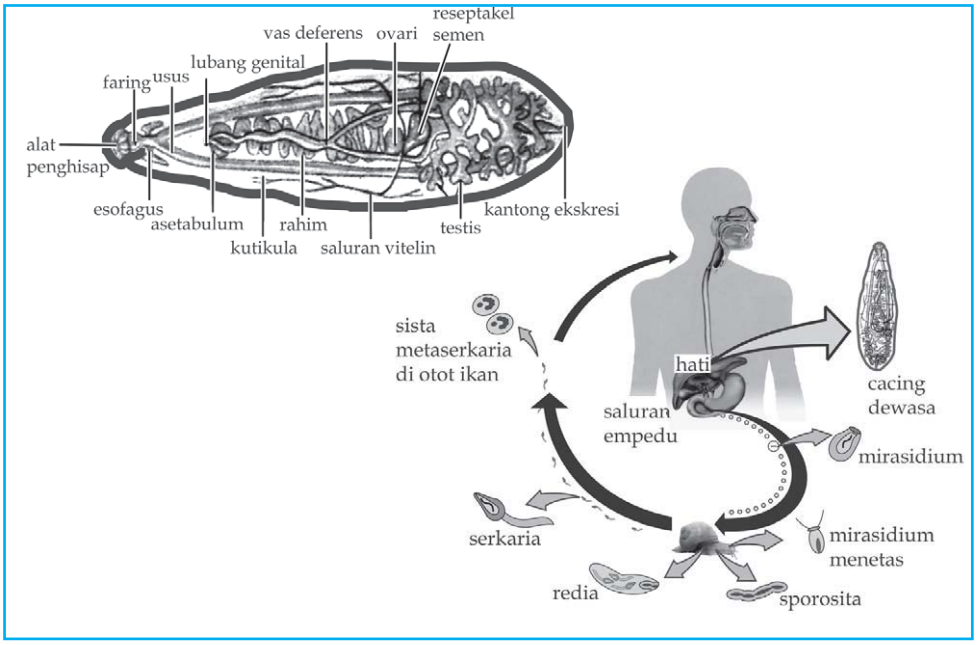
Gambar 8.21 Daur hidup *Fasciola hepatica*

Cacing ini bersifat hemaprodit, berkembang biak dengan cara pembuahan sendiri atau silang, jumlah telur yang dihasilkan sekitar 500.000 butir. Karena jumlah telurnya sangat banyak, maka akan keluar dari tubuh ternak melalui saluran empedu atau usus bercampur kotoran. Jika ternak tersebut mengeluarkan kotoran, maka telurnya juga akan keluar, jika berada di tempat yang basah, maka akan menjadi larva bersilia yang disebut *mirasidium*. Larva tersebut akan berenang, apabila bertemu dengan siput *Lymnea auricularis* akan menempel pada mantel siput. Di dalam tubuh siput, silia sudah tidak berguna lagi dan berubah menjadi *sporokista*. Sporokista dapat menghasilkan larva lain secara partenogenesis yang disebut *redia* yang juga mengalami partenogensis membentuk *serkaria*.

Setelah terbentuk serkaria, maka akan meninggalkan tubuh siput dan akan berenang sehingga dapat menempel pada rumput sekitar kolam/sawah. Apabila keadaan lingkungan tidak baik, misalnya kering maka kulitnya akan menebal dan akan berubah menjadi *metaserkaria***.** Pada saat ternak makan rumput yang mengandung metaserkaria, maka sista akan menetas di usus ternak dan akan menerobos ke dalam hati ternak dan berkembang menjadi cacing muda, demikian seterusnya.

(2) *Schystosoma japonicum*

Cacing ini sering disebut cacing darah karena hidup di dalam pembuluh darah balik atau vena pada manusia, kucing, babi, sapi, biri-biri, anjing, dan binatang pengerat. Banyak dijumpai di daerah Sulawesi. Perhatikan bentuk cacing ini pada Gambar 8.22!



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.22 (a) Bentuk cacing darah (b) Daur hidup cacing darah

Coba Anda amati cacing jantan dan betina! Apakah terdapat perbedaan pada kedua cacing tersebut? Jika kita perhatikan, kedua jenis cacing itu selalu berdampingan. Ukuran cacing jantan lebih besar daripada cacing betina. Tampak tubuh cacing jantan melipat menutupi tubuh cacing betina yang lebih ramping.

Jika cacing ini menulari manusia, maka akan menyebabkan penyakit *schistosomosis* yang menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat terbesar di Asia dan Afrika. Seseorang yang menderita penyakit ini akan mengalami kerusakan hati, kelainan jantung, limpa, ginjal, dan kantung kemih.

Daur hidup cacing ini hampir sama dengan cacing hati. Telur yang dihasilkan akan keluar dari tubuh inang, kemudian akan ikut bersama kotoran dan menetas di dalam air. Oleh sebab itulah hendaklah kita minum air yang telah direbus sampai matang agar terbebas dari telur cacing ini.

Berdasarkan gambar coba jelaskan bagaimana daur hidup cacing darah sehingga bisa masuk dalam pembuluh darah manusia! Adakah persamaan dan perbedaan siklus hidup cacing ini dengan cacing hati? Coba Anda jelaskan!

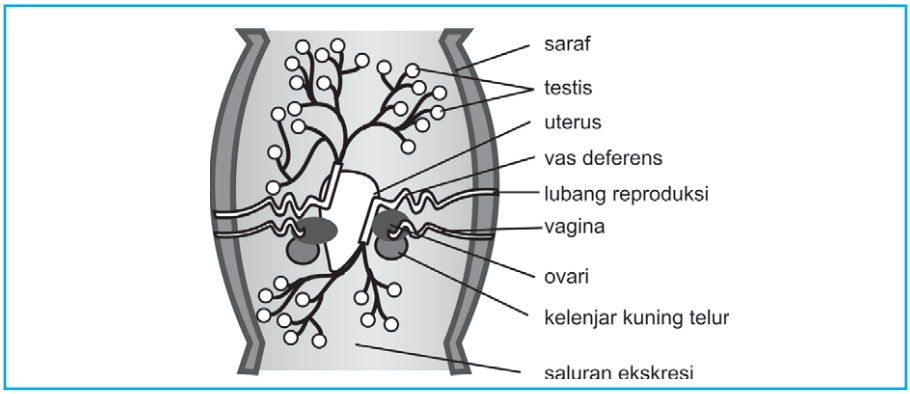
(3) *Clonorchis*

Cacing *Clonorchis* hidup dalam hati manusia, daur hidupnya hampir sama dengan *Fasciola*, hanya inang perantaranya adalah ikan air tawar. Untuk menghindari penyakit ini, masaklah ikan air tawar secara sempurna karena jika terkena penyakit ini akan menyebabkan kerusakan hati yang dapat menyebabkan kematian.

c) Cestoda

Cacing ini dikenal sebagai cacing pita. Seperti cacing hati, cacing pita bersifat sebagai parasit pada hewan dan manusia, jumlahnya sekitar 1500 species. Cacing ini membentuk koloni seperti pita sehingga panjangnya bisa mencapai 20 m atau lebih. Tubuh kita dapat dimasuki cacing ini apabila kita memakan ikan, daging sapi, anjing, atau babi yang tidak matang. Jenis yang terkenal adalah *Taenia saginata* (inangnya hewan sapi) dan *Taenia solium* (inangnya hewan babi).

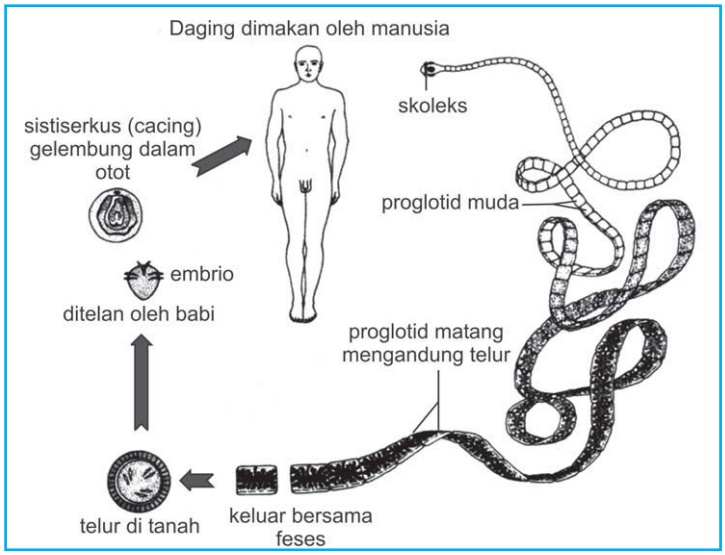
Kulit Cestoda dilapisi kitin dan bagian tubuhnya terdiri atas kepala (*skoleks*) yang berukuran sekitar 1 mm, yang terdiri dari 4 alat pengisap. Bentuk tubuhnya terdiri atas segmen-segmen yang disebut dengan *proglotid*. Cacing ini tidak mempunyai saluran pencernaan. Apabila memperoleh makanan akan masuk ke dalam proglotid dengan cara diserap (*diabsorbsi)* dan sistem saraf tidak berkembang. Setiap proglotid mampu bernapas dan bereproduksi. Seperti cacing yang lain, cacing ini bersifat hemaprodit. Semakin ke arah belakang, ukuran proglotid semakin besar dan dewasa, dan pada bagian akhir/ujung berisi telur. Agar lebih jelas, lihat Gambar 8.23!



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.23 Proglotid cacing pita

Perhatikan pula daur hidup cacing pita pada Gambar 8.24!



Sumber: Biologi Kimbal, 1992

Gambar 8.24 Daur hidup cacing pita

Daur hidup cacing pita dimulai dari terlepasnya proglotid tua yang bersama feses akan keluar dari tubuh manusia. Tiap proglotid berisi ribuan telur. Tiap ruas pada proglotid akan hancur sehingga telur yang telah dibuahi akan tersebar di mana-mana. Telur akan berkembang menjadi zigot kemudian tumbuh menjadi larva onkosfer di dalam kulit telur. Apabila tertelan oleh babi maka akan masuk dan dicerna oleh usus. Selanjutnya, larva tersebut akan menembus pada pembuluh darah, pembuluh limfe, dan akhirnya akan masuk pada otot lurik. Di sinilah larva tersebut berubah menjadi kista yang makin lama makin membesar sehingga akan terbentuk cacing gelembung (*sistiserkus*). Selanjutnya, dinding sistiserkus akan tumbuh menjadi *skoleks*. Apabila seseorang makan daging babi yang belum matang, kemungkinan besar sistiserkusnya masih hidup sehingga di dalam usus manusia sistiserkus akan tumbuh menjadi skoleks, dan menempel pada dinding usus. Dari leher skoleks, akan muncul proglotid yang semakin lama semakin bertambah banyak dan ukurannya semakin bertambah panjang. Proglotid pada bagian akhir kemudian akan meloloskan diri dan keluar bersama feses manusia, demikian seterusnya.

Contoh di atas merupakan daur hidup pada *Taenia solium* dengan perantara babi, contoh perantara yang lain adalah sapi dengan melalui jenis cacing *Taenia saginata.* Perbedaan *Taenia saginata* dengan *Taenia solium*, yaitu hanya pada skoleksnya yang tidak mempunyai kait, cacing ini juga mudah diberantas.

Bagaimana daur hidup *Taenia saginata*? Coba Anda pikirkan!

Setelah mempelajari cacing pipih (*Plathyhelminthes*), cobalah salinlah tabel di bawah ini dengan mengisinya tentang perbedaaan yang ada dari ketiga kelas tersebut sehingga Anda lebih mudah mempelajarinya! bandingkan dengan teman Anda kemudian buatlah kesimpulannya!

Ciri- Ciri yang Diamati	Turbellaria	Trematoda	Cestoda
1. Habitat			
2. Alat isap			
3. Bersilia			
4. Permukaan tubuh			
5. Bentuk tubuh			
6. Ada/tidaknya usus			
7. Inang perantara			
8. Reproduksi			
9. Sistem pencernaan			

d. Filum Nemathelminthes

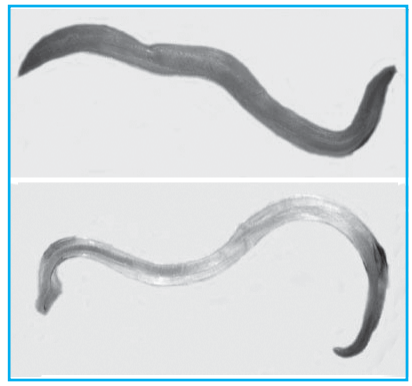
Nama *Nemathelminthes* berasal dari bahasa Latin *nematos* yang berarti benang dan *nelminthes* yang berarti cacing, Nemathelminthes berarti cacing benang. Pernahkah Anda mendengar orang sakit cacingan atau kremi dan pernahkah Anda melihat bentuk cacingnya? Golongan cacing kebanyakan bersifat mikroskopis. Untuk mengetahui ciri-ciri dari cacing ini, lakukan kegiatan berikut!

TUGAS KELOMPOK

Datanglah ke Puskesmas atau rumah sakit terdekat dari rumah Anda. Tanyakan ciri-ciri penderita cacing kremi dan tanyakan pula ciri-ciri cacing perut dan kremi, jika perlu mintalah gambar dari cacing terebut, lalu amatilah! Buatlah laporan dari kegiatan ini di kertas tersendiri!

1) Ciri-Ciri Umum Nemathelminthes

Dari Tugas Kelompok tersebut Anda akan mendapatkan data bahwa tubuh dari cacing ini gilig, tidak bersegmen, kulitnya halus, licin, dan dilapisi oleh kutikula. Apabila dipotong tubuhnya, akan terlihat tubuhnya bersifat bilateral simetris dan termasuk golongan hewan yang triplobastik pseudoselomata. Terlihat juga mulut dan anus di dalamnya juga terdapat usus, jadi sistem pencernaannya sudah lengkap. Tahukah Anda cacing ini tidak memiliki sistem pembuluh darah dan sistem pernapasan? Bagaimana dia melakukan pernapasan? Coba Anda pikirkan!



Sumber: www.nebrwwesleyann.edu

Gambar 8.25 Contoh cacing Nemathelminthes

2) Perkembangbiakan Nemathelminthes

Pernahkah Anda melihat cacing tanah? Cacing tanah ada yang besar dan ada pula yang kecil? Bila cacing tanah itu besar, berarti cacing ini adalah betina, sebaliknya bila cacing tanah itu kecil, berarti merupakan cacing jantan. Jika Anda amati, cacing jantan ini mempunyai bagian ekor (*posterior*) di dekat lubang anus yang terdapat tonjolan disebut *penial setae*. Alat ini berguna untuk alat kopulasi, sedangkan cacing betina tidak memilikinya. Dengan demikian reproduksinya hanya dilakukan secara seksual.

3) Jenis-Jenis Nemathelminthes

Selain cacing tanah yang hidup bebas dalam air dan tanah, sebagian besar cacing ini hidup sebagai parasit pada makhluk hidup. Beberapa contohnya sebagai berikut.

a) Cacing Perut (*Ascaris lumbricoides*)

Cacing ini hidup sebagai parasit dalam usus manusia dan sering disebut sebagai cacing usus atau cacing gelang, mempunyai panjang sekitar 20 cm, dengan kedua ujungnya meruncing dan berwarna merah muda. Karena hidupnya di dalam usus manusia, maka cacing ini mengisap sari makanan yang ada di dalam usus.



Sumber: Ilustrasi Haryana

Gambar 8.26 *Ascaris lumbricoides*

Pada penderita cacingan, kadang-kadang cacing ini akan keluar bersama feses (kotoran manusia). Karena suhu badan penderita lebih panas, maka cacing tersebut tidak tahan berada

di dalam usus dan akan bergerak keluar, bahkan ada yang keluar melalui kerongkongan. Telur yang telah membentuk embrio mula-mula keluar bersama feses kemudian termakan oleh manusia bersama-sama makanan atau minuman. Selanjutnya, akan menetas di dalam perut manusia dan larva tersebut menuju ke dinding usus masuk dalam pembuluh darah menuju ke jantung. Dari jantung kemudian menuju paru-paru. Larva akan bergerak ke faring/kerongkongan. Apabila larva tersebut tertelan, maka masuk lagi ke dalam usus dan menetap hingga menjadi dewasa. Coba Anda pikirkan bagaimana jika cacing ini sampai ke mata atau otak?

Setelah Anda mengetahui daur hidupnya, coba buatlah skema daur hidupnya agar Anda lebih jelas dan mudah untuk mempelajarinya!

Bagaimana cara kita menghindari penyakit cacing ini? Usaha yang dapat kita lakukan adalah makan makanan yang bersih, tertutup rapat, agar terhindar dari lalat dan debu yang mengandung telur cacing. Selain itu, kita harus menjaga kebersihan dan kesehatan tubuh.

Mengapa penyakit cacingan sering menyerang anak-anak? Pikirkan!

b) Cacing Tambang (*Ancylostoma duodenale*)

Mengapa cacing ini disebut cacing tambang? Pada waktu itu, cacing tersebut banyak menyerang orang-orang yang bekerja di daerah pertambangan yang menginfeksi melalui kulit kaki. Cacing ini hidup di dalam usus manusia yang mempunyai alat kait untuk mencengkeram dan mengisap darah. Daur hidupnya hampir sama dengan cacing perut, hanya telurnya menetas di tempat yang becek. Apabila ada seseorang yang menginjak tanah tersebut, maka larva akan menempel dan menembus kaki kemudian masuk ke peredaran darah, selanjutnya akan mengalami daur hidup seperti cacing perut. Seseorang yang menderita penyakit cacing ini bisa terserang anemia. Mengapa dapat menyebabkan penyakit anemia? Coba pikirkan!

Perlu Anda ketahui *Ancylostoma duodenale* hidup di Afrika dan *Necator americanus* hidup di Amerika.

c) Cacing Kremi (*Enterobius vermicularis*/*Oxyuris vermicularis*)

Pernahkah Anda menderita sakit cacing kremi? Penyakit ini sering diderita anak-anak kecil. Penyakit ini menyebabkan rasa gatal terus-menerus di sekitar dubur. Apa yang menyebabkan rasa gatal tersebut? Cacing tersebut bertelur di sekitar dubur. Saat bertelur cacing itu akan mengeluarkan zat yang menyebabkan rasa gatal. Apabila digaruk, maka telur tersebut akan menempel pada jari. Bagaimana jika penderitanya lupa mencuci jarinya kemudian makan?

Bila itu terjadi, maka telur akan masuk ke dalam perut kemudian masuk ke dalam usus. Di sinilah telur itu akan menetas menjadi dewasa. Mudah sekali cara penularannya, bukan?

d) Cacing Filaria (*Wuchereria bancrofti*)

Bentuk cacing ini gilig memanjang, seperti benang maka disebut *filaria*. Pernahkah Anda mendengar penyakit kaki gajah (*elephantiasis*)? Cobalah Anda perhatikan Gambar 8.27!



Sumber: www.liv.ac.uk

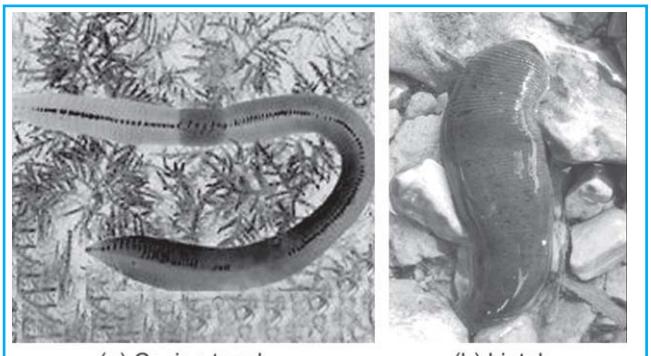
Gambar 8.27 Penyakit kaki gajah

Gambar itu memperlihatkan penderita penyakit gajah. Terlihat kaki penderita menjadi bengkak, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Cacing ini hidup pada pembuluh limfe di kaki. Jika terlalu banyak jumlahnya, dapat menyumbat aliran limfe sehingga kaki menjadi membengkak. Pada saat dewasa, cacing ini menghasilkan telur kemudian akan menetas menjadi anak cacing berukuran kecil yang disebut *mikrofilaria*. Selanjutnya, mikrofilaria beredar di dalam darah. Larva ini dapat berpindah ke peredaran darah kecil di bawah kulit. Jika pada waktu itu ada nyamuk yang menggigit, maka larva tersebut dapat menembus dinding usus nyamuk lalu masuk ke dalam otot dada nyamuk, kemudian setelah mengalami pertumbuhan, larva ini akan masuk ke alat penusuk. Jika nyamuk itu menggigit orang, maka orang itu akan tertular penyakit ini, demikian seterusnya.

4) Peranan Nemathelminthes dalam Kehidupan

Karena cacing ini hidup sebagai parasit pada makhluk hidup, maka bersifat merugikan kehidupan manusia. Anda tentu sudah mengetahuinya dari uraian di atas.

e. Filum Annelida



(a) Cacing tanah (b) Lintah

Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 8.28 Annelida

Filum cacing yang lain adalah *Annelida* (*annulus* berarti cincin kecil), artinya bentuk cacing ini seperti cincin atau gelang-gelang. Anggota filum ini adalah cacing tanah. Pernahkan Anda melihat cacing tanah? Habitat

cacing ini pada tanah yang lembap, dan air. Ada yang hidup bebas dan ada juga yang hidup sebagai parasit. Bagaimana struktur tubuhnya? Agar lebih jelas, lakukan kegiatan berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 5

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh cacing tanah

Alat dan Bahan :
1. Cacing tanah
2. Cawan petri
3. Pinset
4. Larutan eter
5. Kapas

Cara Kerja :

1. Carilah cacing tanah di dalam tanah, apabila sudah dapat ambillah dengan pinset atau tangan bila Anda tidak merasa jijik/takut.
2. Letakkan di atas cawan petri, lalu amatilah gerakan cacing tersebut.
3. Apabila Anda takut untuk memegang, biuslah cacing tersebut dengan menggunakan larutan eter dan kapas, masukkan dalam botol lalu tutuplah, biarkan cacing tersebut tidak bergerak.
4. Setelah cacing tidak bergerak, ambillah dengan menggunakan pinset dan amati struktur tubuhnya, rabalah dan gambarlah hasil pengamatan Anda!
5. Tulislah data-data yang Anda dapatkan di buku tugas, kesimpulan apa yang Anda peroleh?
6. Presentasikan hasilnya di depan kelas!

1) Morfologi dan Fisiologi Annelida

Dari hasil Kegiatan Kelompok 5 yang telah Anda lakukan, dapat diketahui golongan cacing ini mempunyai tingkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Jika Anda amati, cacing tersebut sudah mempunyai rongga sejati disebut *triplobastik selomata*. Bentuk tubuhnya bersegmen-segmen dilapisi oleh kutikula, tersusun oleh gelang kecil yang dibatasi dengan sekat berbentuk seperti cincin atau gelang. Jika cacing ini dipotong menjadi dua bagian yang sama, maka bentuk tubuhnya simetri bilateral.

Tahukah Anda bahwa Annelida ini mempunyai sistem pencernaan sempurna yaitu mulut, faring, esofagus, tembolok, usus halus, dan anus. Selain itu, juga mempunyai sistem ekskresi berupa *nefridia*. Respirasinya melalui permukaan tubuh atau insang. Pada tiap-tiap segmen terdapat organ ekskresi, sistem saraf, dan sistem reproduksi.

2) Perkembangbiakan Annelida

Bagaimana cacing ini berkembang biak? Pada cacing yang sudah dewasa akan terjadi penebalan epidermis yang disebut *klitelum*. Alat ini dapat

digunakan untuk kopulasi dan akan menghasilkan kelenjar-kelenjar yang membentuk lapisan lendir sangat kuat untuk membentuk *kokon*, yaitu tempat/wadah telur yang telah dibuahi.

Meskipun Annelida ini bersifat hemaprodit, tetapi pada saat terjadinya pembuahan harus dilakukan pada dua individu dengan saling memberikan sperma yang disimpan dalam *reseptakulum seminis*. Setelah selesai terjadinya perkawinan, maka kokon akan lepas dan berisi butir-butir telur yang telah dibuahi.

3) Jenis-Jenis Annelida

Seperti yang telah Anda lakukan pada Kegiatan Kelompok 5, jika Anda meraba permukaan tubuh cacing ini akan seperti terasa duri/rambut halus disebut *seta*. Seta ini berguna untuk bergerak. Bagaimana dengan hasil pengamatan Anda? Dengan dasar ada tidaknya seta, maka filum ini dibagi menjadi kelas yaitu Polychaeta, Oligochaeta, dan Hirudinea.

a) Polychaeta

Sesuai dengan namanya, kelompok cacing ini berambut banyak. Tiap segmen dilengkapi dengan *parapodia*, yaitu semacam kaki yang terdapat pada sisi kanan dan kiri tubuhnya. Kepala dapat terlihat jelas dan bermata. Anggota species cacing jenis ini paling banyak di antara cacing yang lain. Habitat berada di laut.

Pada cacing ini, alat kelamin cacing jantan dan betina sudah dapat dibedakan, larvanya bersilia, dan dapat bergerak bebas yang disebut dengan *trokopor*. Pada saat musim kawin, bagian tubuh tertentu membentuk *gonad*. Pembuahan dapat terjadi di luar tubuh.

Anggota yang terkenal jenis ini adalah cacing palolo (*Eunice viridis*) dan cacing wawo (*Lysidice oele*). Di negara kita banyak terdapat di daerah Maluku, pada musim tertentu akan muncul di permukaan air laut. Cacing ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan yang mengandung protein tinggi.

b) Oligochaeta

Bentuk cacing *Oligochaeta* berkebalikan dari cacing Polychaeta, yaitu mempunyai sedikit seta/rambut, tidak mempunyai mata dan parapodia. Misalnya, cacing tanah (*Pheretima* sp.) berada di Asia, *Lumbricus* sp. berada di Amerika. Ciri-ciri dari cacing ini sudah Anda ketahui, melalui Kegiatan Kelompok 5.

Cacing tanah mempunyai peranan penting dalam menyuburkan tanah, mengapa? Makanan cacing ini adalah zat-zat organik. Setelah zat-zat sisa organik dimakan cacing, selanjutnya dicerna di dalam usus yang dibantu oleh enzim selulose. Jika cacing mengeluarkan feses, maka akan dikeluarkan di permukaan tanah. Feses tersebut masih banyak mengandung kalium fosfor dan nitrogen sehingga tanah di permukaan menjadi subur, selain itu, cacing tanah ini banyak membuat lubang di dalam tanah sehingga pada tempat tinggalnya terdapat aerasi/pertukaran udara berjalan dengan baik.

Apakah Anda mengetahui cacing tanah ini juga sangat baik menjaga lingkungan? Dewasa ini telah banyak dikembangkan cara beternak cacing tanah dengan sampah-sampah organik. Cacing ini akan berkembang biak dengan baik dan dapat digunakan untuk makanan ternak dan ikan karena mengandung protein yang tinggi dan sebagian dapat digunakan untuk pupuk. Karena sampah-sampah tersebut dimanfaatkan, maka pencemaran lingkungan dapat dikurangi. Dengan demikian, lingkungan tetap dapat terjaga dengan baik.

Perlu Anda ketahui ada satu species, yaitu *Tubifex* sp. yang dapat dipakai sebagai "indikator pencemaran air yang berat" cacing ini hidup di got, sungai, dan parit yang tercemar bahan organik biasanya air tersebut berwarna merah. Makanan cacing ini adalah zat-zat organik dalam air tersebut. Jadi, jika tidak ada zat organik dalam air tersebut, maka cacing ini tidak dapat hidup. Dengan demikian apabila dalam suatu peristiwa terdapat banyak cacing *Tubifex*, maka perairan di daerah itu telah tercemar.

c) Hirudinea

Anggota jenis cacing ini tidak mempunyai rambut, parapodia, dan seta. Pernahkah Anda melihat lintah (*Hirudinaria javanica*) atau pacet (*Haemadippza zeylania)*?

Tempat hidup hewan ini ada yang berada di air tawar, air laut, dan di darat. Anda pasti sudah mengetahui bila lintah merupakan hewan pengisap darah, pada tubuhnya terdapat alat pengisap di kedua ujungnya yang digunakan untuk menempel pada tubuh inangnya. Pada saat mengisap, lintah ini mengeluarkan zat penghilang rasa sakit dan mengeluarkan zat antipembekuan darah sehingga darah korban tidak akan membeku. Setelah kenyang mengisap darah, lintah itu akan menjatuhkan dirinya ke dalam air.

Bentuk tubuh lintah ini pipih, bersegmen, mempunyai warna kecokelatan, dan bersifat hemaprodit. Pada musim kawin, klitelum akan keluar. Setelah terjadi perkawinan, alat tersebut mensekresikan kokon untuk menyimpan telur dan sperma.

Bagaimana kita melepaskan lintah atau pacet yang menempel pada tubuh kita? Bagaimana pula cara kita menghindari agar tidak tertempel hewan ini? Coba carilah informasi tentang hal ini!

Tuliskan perbedaan ketiga filum tersebut dengan menyalin tabel di bawah ini dan melengkapinya di buku tugas Anda!

Ciri-Ciri yang Diamati	Platyhelminthes	Nemathelminthes	Annelida
Bentuk tubuh			
Habitat			
Contoh			
Manfaat			

TUGAS KELOMPOK

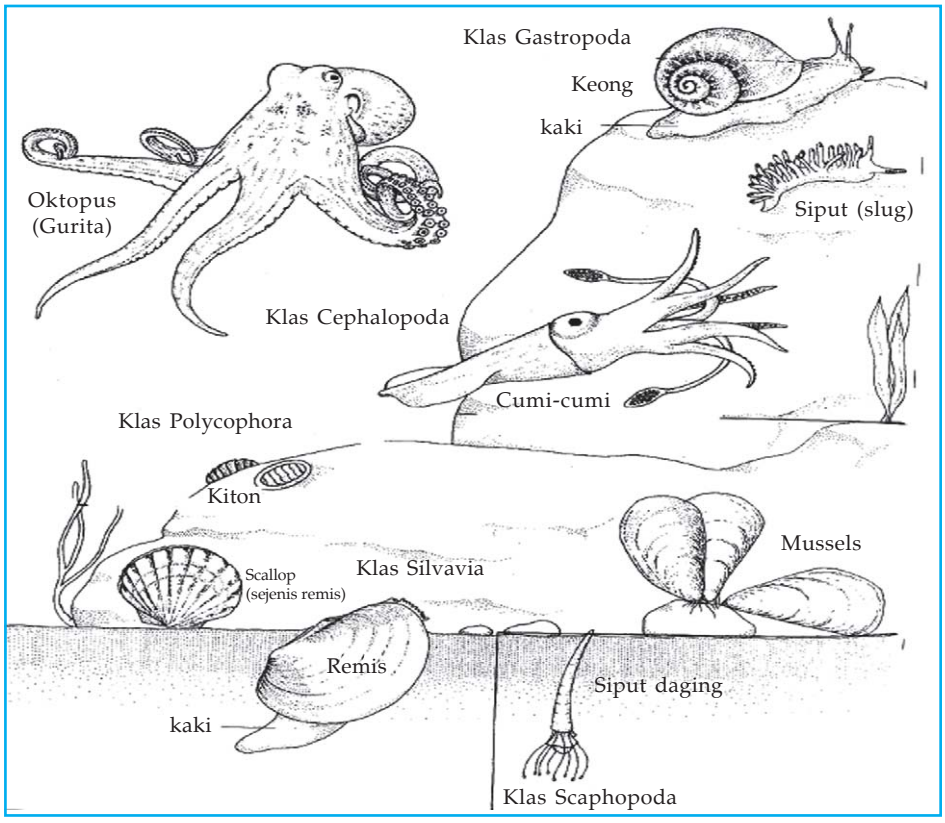
Setelah Anda mempelajari tentang berbagai jenis cacing, cobalah Anda pikirkan mengapa banyak anak kecil yang sering menderita cacingan? Mengapa hal tersebut bisa terjadi dan apa penyebabnya? Bagaimana cara menanggulangi masalah tersebut?

Selanjutnya, diskusikan permasalahan tersebut dalam kelompok, kemudian buatlah laporan dari hasil diskusi dan presentasikan hasilnya di depan kelas!

Carilah sumber-sumber yang mendukung untuk membahas permasalahan ini!

f. Filum Mollusca

Filum ***Mollusca*** (Latin, *molluscus* berati lunak) merupakan hewan triplobastik selomata yang bertubuh lunak. Nama *Mollusca* berasal dari kata *molluscus* yang berarti lunak.



Sumber: Biologi Jilid 3, Kimbal, 1999

Gambar 8.29 Mollusca

Mollusca merupakan filum terbesar kedua dalam kerajaan binatang, setelah filum Arthropoda. Saat ini diperkirakan ada 75 ribu jenis, serta 35 ribu jenis dalam bentuk fosil. Mollusca hidup di laut, air tawar, payau, dan darat, dari palung, benua, laut, sampai pegunungan yang tinggi, bahkan mudah saja ditemukan di sekitar rumah kita.

Tentu Anda sudah pernah melihat bekicot, siput, kerang, cumi-cumi. Cobalah Anda perhatikan dan amati hewan-hewan itu! Hewan ini dapat ditemukan secara luas, yaitu di air laut, air tawar, dan daratan. Bagaimana bentuk struktur tubuhnya? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 6

Tujuan : Mengetahui struktur tubuh Mollusca

Alat dan Bahan :
1. Papan bedah
2. Bekicot/kerang
3. Gunting dan pinset

Cara Kerja :

1. Carilah bekicot, jika sudah dapat, ambillah dan letakkan di atas papan. Amatilah cangkangnya, berputar ke arah mana, dengan membiarkan kepalanya untuk keluar amati bentuk kepalanya terdapat apa saja pada bagian itu? Amati pula cara bergeraknya, dengan apakah dia bergerak?
2. Baliklah bekicot tersebut, lalu amatilah bentuk dan bagian perut!
3. Pecahlah cangkangnya dengan gunting, amatilah organ dalam bekicot pada bagian yang membelit dan bukalah, lalu carilah kelenjar kelamin dan bagian-bagian lainnya, bila perlu gambarlah dari semua bangun yang Anda amati!
4. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini?
5. Amatilah pula cumi-cumi, siput, kerang. Lakukan hal yang sama pada ketiga hewan tersebut.

1) Ciri-Ciri Umum Mollusca

Ukuran dan bentuk tubuh Mollusca sangat bervariasi. Misalnya, *siput* yang panjangnya hanya beberapa milimeter dengan bentuk bulat telur. Namun, ada juga *cumi-cumi* raksasa dengan bentuk torpedo bersayap yang panjangnya lebih dari 18 m. Tubuh Mollusca lunak dan tidak beruas-ruas, merupakan binatang triplobastik selomata. Apabila dipotong menjadi dua bagian, bersifat simetri bilateral.

Jika Anda amati, pada waktu berjalan tubuhnya dapat mengeluarkan lendir, dengan demikian lendir tersebut akan memudahkan saat berjalan. Kaki dipakai dalam beradaptasi untuk bertahan di substrat, menggali, dan mengebor substrat atau melakukan pergerakan.

Tubuh Mollusca terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *kaki, massa viseral,* dan *mantel*, dapat berupa cangkang/cangkok. Seperti yang Anda lihat, anggota hewan ini mempunyai cangkang/cangkok luar mengandung kapur (kalsium karbonat) yang dapat melindungi tubuhnya. Tetapi ada beberapa jenis yang tidak memiliki cangkok. Cangkok tersebut merupakan mantel, yaitu lapisan jaringan organ-organ viseral dan membentuk rongga mantel terletak pada insang atau paru-paru, lubang saluran pencernaan. *Sistem saraf* Mollusca terdiri atas cincin saraf, memiliki esofagus dengan serabut saraf yang menyebar. Sistem pencernaan Mollusca lengkap terdiri atas *mulut, esofagus, lambung, usus,* dan *anus*.

2) Perkembangbiakan Mollusca

Mollusca ini juga termasuk hewan hermaprodit, yaitu mempunyai alat kelamin jantan dan betina dalam satu individu (berumah satu), tetapi ada juga yang alat kelaminnya terpisah (berumah dua). Oleh sebab itu, cara reproduksinya dengan cara fertilisasi internal.

3) Jenis-Jenis Mollusca

Dari hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, maka Anda dapat mengetahui bahwa struktur tubuh Mollusca sangat bervariasi. Tubuhnya terdiri atas kaki muskular dengan kepala yang berkembang beragam. Berdasarkan bentuk tubuh yang simetris cangkok dan kaki, mantel, insang, sistem sarafnya. Filum Mollusca ini terdiri atas beberapa kelas, Mollusca dikelompokkan ke dalam lima kelas, yaitu *Amphineura*, *Gastropoda*, *Scaphopoda*, *Pelecypoda*, dan *Cephalopoda*.

a) Amphineura

Kita jarang melihat hewan ini karena jenis Mollusca ini masih primitif yang diperkirakan telah ada 450 juta tahun yang lalu. Contohnya adalah *Chiton.*



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.30 *Chiton*

Hewan *Chiton* hidup di dasar perairan lautan dan di pantai. Dari gambar tampak bentuk tubuhnya pipih, tidak terlihat bagian kepala, memiliki punggung dilindungi cangkang yang tersusun seperti genting rumah yang terletak di bagian punggung (dorsal). Pada bagian ventral terdapat kaki untuk melekat. Saluran pencernaan makanan terdiri atas mulut yang dilengkapi dengan lidah (*radula*), gigi, lambung, usus, dan anus. Sistem reproduksi sama dengan jenis Mollusca yang lain. Daur hidup *Chiton* memiliki fase larva yang disebut *trokopor*.

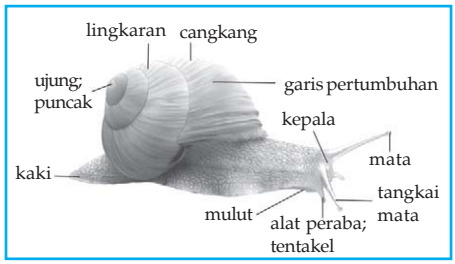
b) Gastropoda

Nama Gastropoda berasal dari bahasa Yunani, *gaster* yang berarti perut dan *podos* yang berarti kaki. Gastropoda berarti hewan yang berkaki perut. Seperti Anda lihat sehari-hari, hewan ini ada yang hidup di darat, air tawar, maupun air laut. Anggota kelas ini adalah yang terbesar dari Mollusca, yaitu sekitar 35.000 jenis. Contoh Mollusca yang hidup di darat adalah siput, bekicot (*Acathina fulica*), siput rakus (*Amphidromus*); yang hidup di air: kreco (*Paludina)*, siput sawah (*Limnea javanica*).

Bagaimana struktur tubuhnya? Anda sudah melakukan pengamatan sendiri dari Kegiatan Kelompok 6. Sebagian besar hewan ini mempunyai cangkang yang berbentuk kerucut dan berpilin-pilin ke arah kanan atau kiri dan tubuhnya akan menyesuaikan diri dengan bentuk cangkang itu. Bentuk cangkangnya bermacam-macam seperti tanduk, berduri, atau menjari. Ada pula Mollusca yang tidak mempunyai cangkang, misalnya siput telanjang (*Vaginula*), jenis ini hidup juga di darat.

Pada bagian kepala yang terletak di depan terdapat sepasang tantakel pendek (sungut). Bintik mata terdapat pada tantakel panjang yang berfungsi untuk membedakan gelap dan terang. Adapun tantakel pendek digunakan sebagai organ pembau. Coba amatilah bekicot saat berjalan, terlihat ia menggunakan perut yang merupakan kaki berotot. Bagian depan menghasilkan lendir untuk mempermudah gerakan.

Saluran pencernaan dimulai dari mulut, terdapat radula (lidah parut) untuk memarut tumbuhan, kerongkongan, usus, dan berakhir ke anus. Berdekatan dengan lambung terdapat hati, kelenjar pencernaan, insang, atau rongga paru-paru. Karena hidupnya di berbagai macam tempat, maka sistem pernapasannya menggunakan insang, paru-paru, atau kulit. Gastropoda sudah mempunyai jantung dan pembuluh darah yang masih sederhana, jadi peredarannya adalah terbuka. Agar lebih jelas, lihat Gambar 8.31!



Sumber: Kamus Visual, 2004

Gambar 8.31 Bekicot dan bagian-bagian tubuhnya

Jenis kelamin hewan ini adalah hermaprodit, tetapi melakukan perkawinan dengan individu lain, tidak pernah melakukan pembuahan sendiri. Setelah fertilisasi, hewan betina akan mengeluarkan telur yang telah dibuahi dan biasanya diletakkan dalam lubang tanah sampai menetas yang akan berkembang menjadi dewasa.

Apa peranan Mollusca bagi kehidupan? Pernahkah Anda makan daging keong sawah? Daging keong biasanya dibuat makanan "sate keong" yang memiliki nilai gizi tinggi, sedangkan cangkangnya yang indah dapat dijadikan untuk aneka hiasan.

Selain dapat dimanfaatkan sebagai makanan, keong emas bisa merugikan pula. Keong emas yang hidup di sawah dapat menjadi hama padi, keong ini memiliki daya biak tinggi sehingga sulit untuk diberantas.

TUGAS KELOMPOK

Bentuklah kelompok beranggotakan 4-5 orang untuk mengerjakan tugas berikut!

Lakukan pengamatan terhadap keong! Pada waktu musim panas, hewan ini akan mencari tempat yang dingin, yaitu di bawah pohon atau lubang-lubang. Pada saat itu seluruh tubuhnya ditarik masuk ke dalam cangkang dan ditutup rapat dengan selaput yang berasal dari lendir yang dikeluarkannya. Pada saat musim penghujan tiba, selaput tadi akan disobek dan hewan tersebut keluar kembali. Mengapa hal ini dilakukannya? Coba Anda pikirkan!

c) Scaphopoda

Contoh dari *Scaphopoda* adalah *Dentalium vulgare*. Hewan ini hidup di laut atau di pantai yang berlumpur, cangkangnya tajam, berbentuk taring/terompet yang kedua ujungnya terbuka karena disesuaikan dengan tempat hidupnya, yaitu di laut dan terpendam di dalam pasir/lumpur.

Jika berwisata ke pantai, Anda mungkin dapat menjumpai hewan ini. Ketika berjalan di pantai, kadang-kadang kita bisa tertusuk telapak kakinya, jadi kita harus berhati-hati. Kaki muncul dari ujung cangkang yang besar untuk menggali pasir.

d) Pelecypoda (Bivalvia/Lamellibranchiata)

Nama *Pelecypoda* berasal dari bahasa Latin *pelekys* yang berarti kapak dan *podos* yang berarti kaki, jadi pelecypoda berarti hewan yang memiliki bentuk kaki seperti kapak yang terletak di bagian anterior. *Bivalvia* (*bi* berarti dua, *valve* berarti klep), artinya hewan bercangkang yang terdiri atas dua bagian. Adapun nama *Lamellibranchiata* berasal dari kata *manina* yang berarti

papan dan *branchia* yang berarti insang, artinya hewan yang memiliki insang berbentuk seperti papan pipih. Jenis apakah hewan ini? Pernahkah Anda melihat kerang yang menghasilkan mutiara dan sering digunakan untuk perhiasan? Jika Anda sudah pernah melihatnya, maka Anda sudah dapat mengamati ciri-cirinya. Contohnya, *meleagrina* (kerang mutiara), *anadonta* (kijing, hidup di air tawar), *ostrea* (tiram dapat dimakan, hidup di laut), dan *Panope generosa* (kerang raksasa).

Tempat hidupnya di air tawar dan air laut. Jika diamati, cangkangnya terbagi dalam dua belahan yang diikat oleh ligamen sebagai pengikat yang kuat dan elastis. Ligamen ini biasanya selalu terbuka, apabila diganggu, maka akan menutup. Jadi, membuka dan menutupnya cangkang diatur oleh ligamen yang dibantu oleh dua macam otot, yaitu pada bagian anterior dan posterior.

Lihatlah permukaan cangkang (Gambar 8.32)! Tampak garis konsentris yang sejajar, garis ini disebut sebagai garis pertumbuhan yang menunjukkan masa pertumbuhan lamban atau tidak ada pertumbuhan. Garis ini berselang-seling dengan pita pertumbuhan yang menunjukkan pertumbuhan cepat. Semakin banyak garis dan pita pertumbuhan, maka makin tua umur hewan tersebut. Bagaimana cara menentukan umurnya? Bagian cangkang yang paling tua biasanya paling tebal, menonjol, letaknya pada bagian persendiaan yang disebut *umbo*.



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.32 Struktur luar tubuh kerang

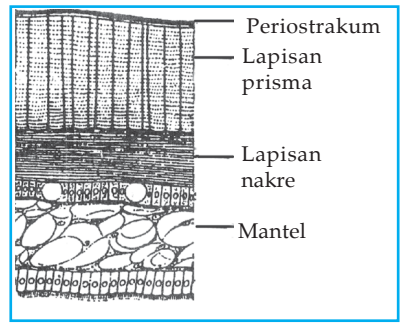
Pada bagian posterior cangkang ada dua macam celah yang disebut *sifon*. Celah yang berada di dekat anus dinamakan sifon, berfungsi untuk keluar masuknya air dan zat-zat sisa. Sebaliknya sifon masuk terletak di bagian sebelah bawah sifon keluar yang berfungsi untuk masuknya oksigen, air, dan makanan. Agar lebih jelas, perhatikan Gambar 8.32!

Apabila cangkang diiris melintang, akan tampak lapisan-lapisannya seperti pada Gambar 8.33.

Cangkang/rumah Pelecypoda terdiri atas bagian-bagian berikut.

1) Periostrakum

 Periostrakum merupakan lapisan terluar, dibentuk dari zat kitin yang disebut konkiolin berfungsi sebagai pelindung. Jika basah berwarna biru tua, jika kering berwarna coklat.



Sumber: Biologi 1, Depdiknas, 2003

Gambar 8.33 Penampang melintang cangkang dengan mantel

2) Prisma

Prisma merupakan lapisan tengah yang tersusun dari kristal kalsit.

3) Nakre

Nakre disebut sebagai lapisan induk mutiara yang tersusun dari lapisan-lapisan tipis paralel dan kalsit (karbonat) yang tampak mengkilat.

4) Mantel

Mantel terletak di bawah nakreas yang terdiri atas sel-sel nakreas (yang sekretnya membentuk lapisan nakreas dan membentuk mutiara) jaringan ikat, dan sel-sel epitelium yang bersilia.

Sistem pencernaannya dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan anus. Mulut dan anusnya terletak dalam rongga mantel. Sistem ekskresinya menggunakan sepasang nefridium yang berfungsi seperti ginjal. Adapun sistem sarafnya terdiri atas otak, simpul saraf kaki, dan simpul saraf otot. Sistem peredaran darahnya terbuka, jantungnya terdiri atas sebuah bilik dan dua serambi. Respirasinya dengan menggunakan insang.

Hewan ini ada yang bersifat hermaprodit dan kebanyakan hewan ini mempunyai alat kelamin yang terpisah. Pada saat terjadi perkawinan, alat kelamin jantan akan mengeluarkan sperma ke air dan akan masuk dalam tubuh hewan betina. Melalui sifon air masuk, sehingga terjadilah pembuahan. Ovum akan tumbuh dan berkembang yang melekat pada insang dalam ruang mantel, kemudian akan menetas dan keluarlah larva yang disebut *glokidium*. Larva ini akan keluar dari dalam tubuh hewan betina melalui sifon air keluar, kemudian larva tersebut menempel pada insang atau sirip ikan dan larva tersebut akan dibungkus oleh lendir dari kulit ikan. Larva ini bersifat sebagai parasit kurang lebih selama 3 minggu. Setelah tumbuh dewasa, larva akan melepaskan diri dari insang atau sirip ikan dan akan hidup bebas.

TUGAS KELOMPOK

Mutiara dikenal sebagai perhiasan yang mahal harganya. Sekarang ini banyak dijumpai tiruan mutiara mengingat harganya yang sangat mahal dan perlu waktu yang cepat untuk memproduksinya, sehingga dikenal dua cara pembentukan mutiara, yaitu secara alami dan buatan. Bagaimana cara pembuatan kedua mutiara ini? Carilah literatur atau narasumber yang mendukung untuk tugas ini, tulislah dalam suatu laporan lalu presentasikan di depan kelas! Setelah mengetahui cara pembuatan mutiara, inginkah suatu saat nanti Anda berwirausaha dengan membudidayakan mutiara karena dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan yang cukup menjanjikan?

e) Cephalopoda

Cephalopoda berarti hewan yang menggunakan kepalanya sebagai alat gerak/kakinya, (*cephale* berarti kepala dan *podos* berarti kaki). Contoh kelompok hewan ini adalah cumi-cumi (*Loligo*), gurita (*Octopus*), dan sotong (*Sepia*). Jika kita amati, hewan ini memiliki ciri khas, yaitu mempunyai tentakel yang dilengkapi dengan alat pengisap. Alat ini terdapat pada kepala yang berguna untuk menangkap mangsa. Misalnya, pada cumi-cumi dan sotong mempunyai 8 tentakel pendek dan 2 tentakel yang panjang. *Nautilus* mempunyai sekitar 60-90 tentakel. Gurita mempunyai 8 tentakel.

Pada kepala terdapat sepasang mata yang telah berkembang dengan baik, yaitu memiliki lensa mata dan iris, tetapi tidak mempunyai kelopak mata, dapat membedakan beraneka ragam lingkungan. Dengan mata yang tajam dapat segera menghindari musuh sehingga jenis Mollusca ini lebih maju dibandingkan dengan yang lainnya.

Ada juga lengan penangkap yang bersatu membentuk bagian leher, corong, sifon (sebagai jalan keluar masuknya air). Sifon ini berfungsi sebagai alat untuk menyemprotkan air. Di sebelah perut terdapat kantung tinta yang mengandung pigmen melanin. Semua anggota hewan ini memilikinya, kecuali *Nautilus*. Apa fungsi kantung tinta ini? Anda sudah tahu bukan, yaitu untuk menghindari musuh. Pada saat musuh datang, tinta ini akan disemprotkan melalui sifon. Setelah air keruh, ia akan meluncur melesat meninggalkan tempat tersebut.

Cephalopoda ini juga memiliki mantel, terletak di bagian punggung (dorsal) yang melekat pada tubuh, sedangkan pada bagian perut (ventral) mantelnya tidak melekat sehingga tubuh berbentuk rongga. Sistem pencernaannya adalah dari mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan anus yang letaknya pada bagian tubuh di sebelah bawah sifon. Respirasinya dengan menggunakan insang, sedangkan sistem sirkulasinya adalah peredaran darah tertutup. Jantung mempunyai satu bilik dan dua serambi. Sistem ekskresinya berupa dua kantong ginjal.

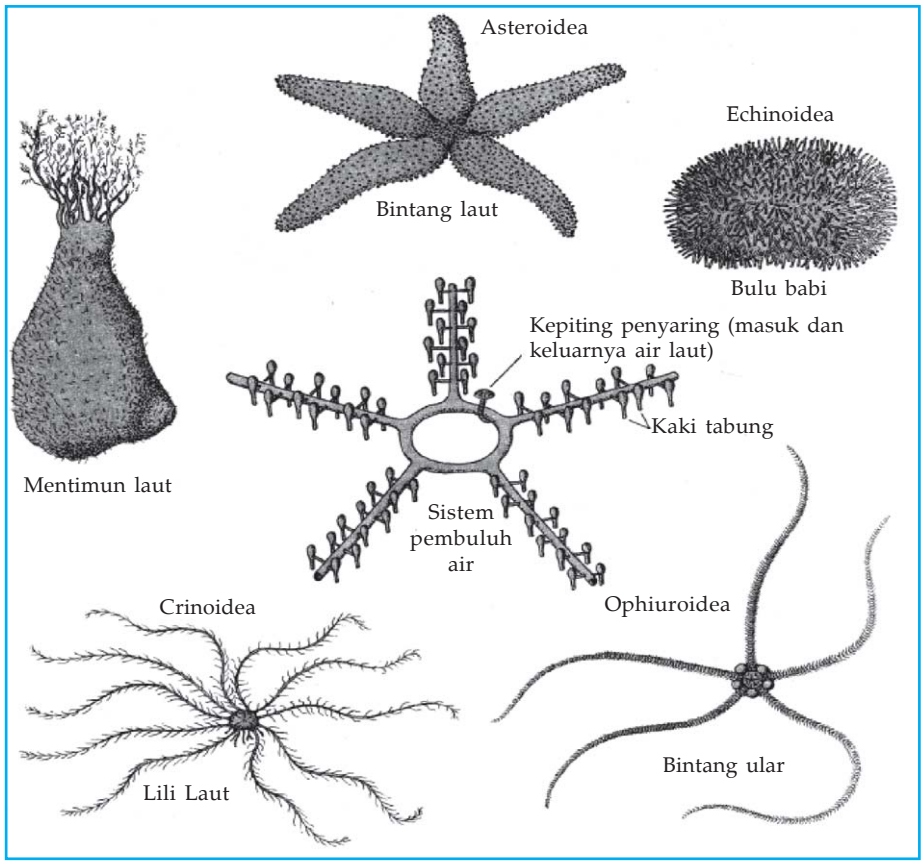
Sistem saraf hewan ini terdiri atas simpul otak, simpul kaki, dan simpul alat-alat dalam. Alat kelamin pada hewan ini sudah dipisahkan. Pada saat perkawinan, hewan jantan menyalurkan sel sperma ke dalam rongga mantel hewan betina dengan menggunakan lengan yang terletak pada bagian ventral, kemudian terjadilah pembuahan. Ovum akan tumbuh dan berkembang di dalam tubuh, kemudian menetas. Setelah cukup dewasa akan keluar dari dalam tubuh dan hidup bebas.

Apa peranan Cephalopoda? Pernahkah Anda makan cumi-cumi atau sotong? Makanan tersebut memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Selain sebagai sumber makanan, hewan ini cukup berperan dalam mata rantai pada jaring-jaring makanan di dalam ekosistem air laut karena dapat menjadi makanan ikan.

g. Filum Echinodermata

Nama *Echinodermata* berasal dari kata *echinos* yang berarti duri dan *derma* yang berarti kulit. Jadi, Echinodermata berarti hewan berkulit duri. Semua anggota Echinodermata ini hidup di laut, seperti bintang laut, bulu babi, dan mentimun laut.

Bagaimana struktur tubuh hewan ini? Perhatikan Gambar 8.34!



Sumber: Biologi Jilid 3, Kimbal, 1999

Gambar 8.34 Contoh hewan Echinodermata

Agar lebih jelas, Anda bisa berwisata ke daerah pantai untuk menemukan Echinodermata dan mengamatinya! Dari hasil pengamatan, Anda dapat membuatnya menjadi sebuah artikel sehingga dapat mengomunikasikan pada teman-teman, misalnya ditempelkan pada majalah dinding!

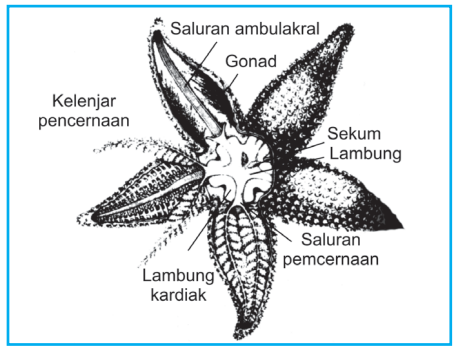
1) Ciri-Ciri Umum Echinodermata

Bentuk tubuh Echinodermata bermacam-macam seperti bintang, tumbuhan, bunga, ular, sosis, dan bola. Jika dipegang kulitnya keras karena terbuat dari zat kapur/kitin sebagai rangka luar dan pada permukaan insang

kulitnya terdapat duri-duri. Jika dipotong radial akan membagi tubuh secara simetris atau simetri radial (lima bagian).

Echinodermata termasuk hewan *triplobastik selomata*. Mulutnya terletak di bawah dan anus berada di atas. Hewan ini memiliki sistem amburakal, yaitu gerakannya terjadi dengan mengubah tekanan air yang diatur oleh sistem pembuluh air yang berkembang dari selom. Sistem tersebut digunakan untuk bergerak, bernapas, dan membuka mangsanya.

Bagaimana cara bergeraknya? Pada bagian atas terdapat suatu lubang yang disebut *madreporit*, dilengkapi dengan saringan (pori). Air masuk melalui madreporit menuju ke bawah kemudian bermuara pada saluran cincin (melingkar mengelilingi kerongkongan). Dari saluran ini terdapat 5 cabang saluran ke tiap-tiap lengan dan dari saluran inilah terdapat deretan kaki-kaki tabung (kaki amburakal) yang berpasangan. Kaki ini dapat dijulurkan keluar ke arah bawah. Ujung kakinya membesar dan mengandung otot yang disebut *ampula*. Jadi, bila ada air akan dipompakan ke dalam kaki amburakal, mengakibatkan kaki terjulur ke luar sehingga ampula dapat menyentuh benda. Jika kaki mengkerut maka volume air dikurangi. Apabila tubuh bintang berpindah tempat, maka ampula melekat dan kaki berkontraksi.



Sumber: Zoologi Dasar, 1994

Gambar 8.35 Sistem amburakal

Hewan ini sudah mempunyai sistem pencernaan yang sempurna, tetapi ada beberapa jenis yang tidak mempunyai anus, yaitu bintang ular. Pada mulut terdapat gigi paruh, bergerak ke atas menuju kerongkongan, lambung, dan anus. Pada bintang laut, lambung bercabang lima yang masing-masing menuju ke arah lengan, dan setiap lengan bercabang dua dan ujungnya buntu. Sistem saraf pada hewan ini berupa cincin saraf mengelilingi mulut yang keluar lima batang saraf radial pada masing-masing lengannya. Respirasinya menggunakan kulit berupa tonjolan dinding rongga tubuh (selom) tipis yang dilindungi oleh silia.

2) Perkembangbiakan Echinodermata

Jenis kelamin pada hewan ini sudah terpisah, fertilisasi terjadi secara eksternal. Bila kemudian terbentuk zigot akan berkembang menjadi larva bersilia (*bipinnaria*) yang dapat berenang. Apabila berada di tempat yang sesuai akan tumbuh menjadi dewasa. Hewan ini juga mempunyai kemampuan *autotomi* dan *regenerasi*, yaitu kemampuan untuk memulihkan bagian tubuh yang rusak, hilang, atau putus. Misalnya, jika lengan terpotong, maka akan terbentuk lengan lagi.

3) Jenis-Jenis Echinodermata

Bentuk tubuh anggota hewan ini bermacam-macam. Berdasarkan hal tersebut Echinodermata dapat dibagi menjadi 5 kelas, yaitu *Asteroidea*, *Ophiuroidea*, *Crinoidea*, *Holothuroidea*, dan *Echinoidea*.

a) Asteroidea

Bentuk tubuh kelompok Asteroidea seperti bintang. Bagian bawah disebut permukaan *oral* yang memiliki mulut dan permukaan atas disebut permukaan *adoral* yang terdapat anus, terdapat juga madreporit. Pada permukaan tubuhnya terdapat duri-duri pendek, di bagian ujung lengan terdapat bintik mata yang peka terhadap sinar. Warna tubuh asteroidea ada yang hitam, biru kecokelatan, dan merah menyala, misalnya *Asteria forbesi* (bintang laut), *Linkia laevigata* (bintang laut biru), *Pentaceros* (bintang laut bertanduk), *Culcita* (bintang laut berkulit).

b) Ophiuroidea

Kelompok Ophiuroidea sering dinamakan bintang ular, karena memiliki lengan yang panjang dan gerakannya menyerupai gerakan ular. Ciri khas dari *Ophiuroidea* adalah *madreporit* yang terletak di daerah bawah, yaitu daerah mulut dan tidak mempunyai anus, jadi sisa makanan dimuntahkan melalui mulut. Pada siang hari, hewan ini bersembunyi di balik bebatuan, lumpur, atau tempat terlindung dan malam hari melakukan aktivitas. Makanannya berupa Mollusca, udang-udangan, dan sisa organisme. Contohnya, *Ophiothrix*.

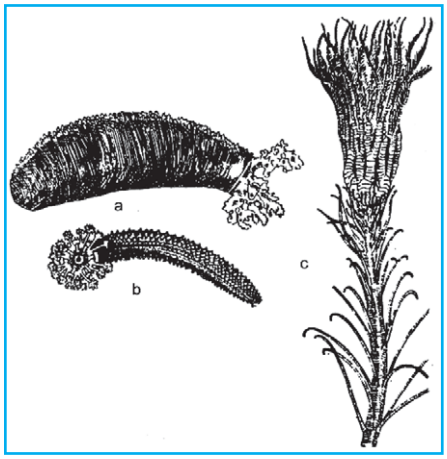
c) Crinoidea

Pernahkah Anda melihat bunga lili atau bunga bakung? Bentuk tubuh hewan ini menyerupai bunga tersebut. Hidupnya dengan cara menempel di dasar laut dan dapat membentuk taman laut yang sangat indah. Jika Anda berwisata ke daerah Kepulauan Seribu Anda dapat menikmati keindahan taman laut yang terdapat hewan ini.

Tubuh Crinoidea mempunyai lima lengan yang bercabang-cabang. Pada daerah oral terdapat mulut dan anus, tetapi tidak memiliki madreporit. Pada dasar tubuh permukaan adoral terdapat *kaliks*, yaitu lempeng kapur berbentuk cangkir. Apabila kondisi tidak memungkinkan, maka Crinoidea akan melepaskan diri dari dasar tempat melekatnya, kemudian pindah pada tempat yang sesuai.

d) Echinoidea

Perhatikan Echinoidea pada Gambar 8.34 di depan! Terlihat bentuk tubuhnya seperti landak laut, yaitu bentuknya oval/setengah bola. Hewan ini tidak mempunyai lengan seperti Asteroidea. Tubuhnya tertutup cangkok



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

Gambar 8.36 (a,b) *Holothuroidea*, (c) *Crinoidea*

tipis saling berhubungan, dan muncul duri-duri panjang yang dapat digerak-gerakkan. Mulutnya terletak pada permukaan oral dilengkapi dengan alat untuk mengambil makanan yang dinamakan *Lantera aristoteles*. Adapun anus, madreporit, dan lubang kelamin terdapat pada permukaan adoral. Echinoidea ini hidup di pasir, batu-batuan, contohnya bulu babi dan landak laut.

e) Holothuroidea

Perhatikan teripang laut atau mentimun laut seperti tampak pada Gambar 8.36!

Jika kita pegang, maka air dan amburakal akan dikeluarkan sehingga tubuhnya kempis. Hewan ini tidak dapat berlari, terlihat bergeletakan di atas pasir. Warna tubuhnya kehitaman, kecokelatan, dan agak putih. Susunan tubuhnya lima lipat, tubuhnya lunak, tidak mempunyai duri, dan tidak berlengan. Di sekitar mulutnya terdapat tentakel bercabang yang dihubungkan dengan sistem pembuluh air. Di daerah anus terdapat kaki amburakal untuk bergerak atau pengerutan otot tubuh. Respirasi dengan dua baris kaki pembuluh dorsal dan alat napas yang disebut paru-paru air. Hewan ini hidup di dalam pasir atau kapur, makanannya berupa zat organik yang ada dalam lumpur.

Apa manfaat hewan ini? Teripang dapat digunakan sebagai bahan makanan dengan direbus terlebih dahulu dan dikeringkan.

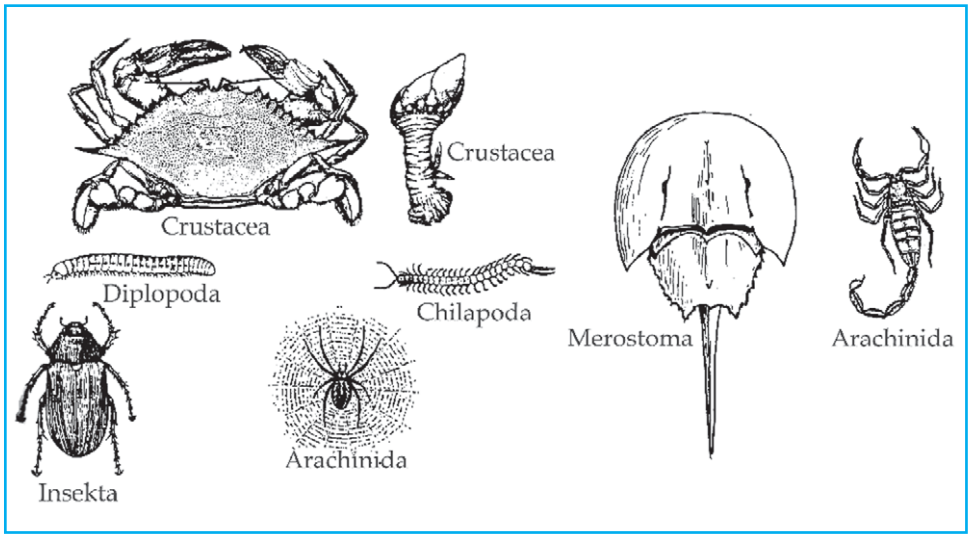
TUGAS KELOMPOK

Bentuklah kelompok diskusi beranggotakan 4-5 orang!

Setelah Anda mempelajari filum Echinodermata, diskusikan dengan teman Anda tentang peranan Echinodermata bagi kehidupan serta perbedaan dari kelima kelas Echinodermata! Buatlah kesimpulan dari diskusi ini, kemudian presentasikan di depan kelas!

h. Filum Arthropoda

Golongan Arthropoda mempunyai jumlah species dan individu paling besar. Nama *Arthropoda* berasal dari kata *arthros* berarti sendi/ruas dan *podos* berarti kaki. Jadi, Arthropoda berarti hewan yang mempunyai kaki beruas-ruas; hidupnya di air, darat, tanah dan di lingkungan udara. Jenis-jenis filum ini setiap hari kita menemuinya bahkan ada yang mengganggu kehidupan kita misalnya menimbulkan rasa gatal. Jenis-jenis apa saja yang termasuk filum ini? Lihatlah Gambar 8.37!



Sumber: Biologi 1, Diknas, 2000

Gambar 8.37 Beberapa jenis Arthropoda

Untuk mengetahui bentuk dan struktur tubuh jenis-jenis Arthropoda, lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 7

Tujuan	:	Mengetahui bentuk dan struktur beberapa jenis Arthropoda
Alat dan Bahan	:	1. Hewan belalang, laba-laba, udang, lipan 2. Lup 3. Buku yang mendukung

Cara Kerja :

1. Carilah hewan-hewan yang telah disebutkan.
2. Setelah Anda peroleh, amatilah satu per satu. Agar lebih jelas, Anda bisa menggunakan lup.
3. Setelah diamati, catatlah hasil pengamatan Anda dan masukkan dalam tabel pengamatan. Bandingkan hasil pengamatan Anda dengan keterangan-keterangan yang ada pada buku pendukung!

Ciri-Ciri	Udang	Belalang	Laba-Laba	Lipan
Kelas				
Bentuk tubuh - Pembagian tubuh - Abdomen (perut)				
Jumlah kaki				
Jumlah sayap				
Habitat				
Kaki Bersegmen				
Peranan				

4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini!
5. Presentasikan hasilnya di depan kelas!

1) Ciri-Ciri Umum Arthropoda

Arthropoda termasuk golongan hewan *triplobastik selomata*, yaitu mempunyai rongga sejati dan tiga lapisan tubuh. Tubuhnya berbuku-buku/beruas-ruas, kakinya pun beruas-ruas, mempunyai rangka luar (*eksoskeleton*) dari bahan kitin yang berguna untuk melindungi alat-alat tubuh bagian dalam dan dapat memberikan bentuk tubuh.

Tubuhnya dapat dibedakan atas kepala (*caput*), dada (*toraks*) dan perut (*abdomen*). Jika dipotong menjadi dua, maka bersifat *simetri bilateral*. Mulutnya terdapat pada bagian ujung anterior dan anus terdapat pada ujung posterior. Mempunyai alat-alat tubuh yang sudah lengkap meliputi alat pencernaan, yaitu mulut, kerongkongan, usus, dan anus. Respirasi dengan insang, trakea, permukaan tubuh, atau dengan paru-paru buku. Hewan ini sudah mempunyai sistem saraf, peredaran darah, ekskresi, serta indra. Filum ini dianggap berkerabat dekat dengan Annelida sebab banyak memiliki sifat-sifat yang sama.

2) Perkembangbiakan Arthropoda

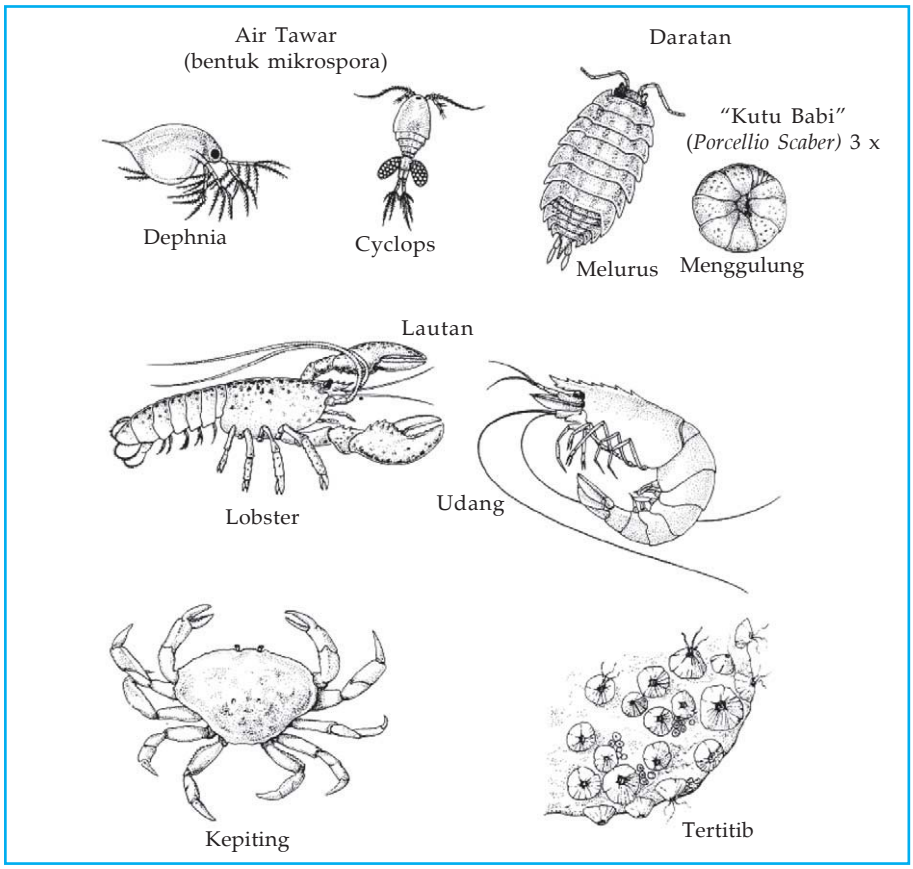
Reproduksi hewan ini dilakukan secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dengan melakukan *partenogenesis* (terjadi reproduksi tanpa pembuahan oleh hewan jantan) dan *paedogenesis* (terjadi reproduksi pada individu yang muda, yaitu pada larva). Jenis alat kelamin hewan ini sudah terpisah.

3) Jenis-Jenis Arthropoda

Berdasarkan hasil kegiatan yang telah Anda lakukan, maka Anda akan mengetahui perbedaan dan persamaan struktur tubuh, sehingga hewan ini dikelompokkan atas *Crustaceae* (udang-udangan), *Insekta* (serangga), *Arachnoidea* (labah-labah), dan *Myriapoda* (kaki seribu).

a) Crustaceae

Crustaceae disebut juga sebagai kelompok udang-udangan, contohnya: udang, kepiting, dan yuyu. Anda tentu sudah mengetahui tempat hidup kelompok hewan ini, yaitu di air laut, danau, dan sungai.



Sumber: Biologi Jilid 3, Kimbal, 1999

Gambar 8.38 Contoh Crustacea

Tubuh hewan ini mempunyai rangka luar keras karena mengandung zat kitin dan kapur, sehingga disebut sebagai hewan bercangkang. Antenanya berjumlah dua pasang, mempunyai kaki satu pasang pada tiap ruas tubuh, sedangkan pada udang atau kepiting mempunyai 5 pasang kaki jalan. Kepala dan dada menyatu disebut *sefalotoraks*. Bagian kepala dan dada dilindungi oleh tameng, yaitu kulit keras yang disebut *karapas*. Kakinya dapat digunakan untuk berjalan, berenang, atau menempel di perairan.

Sistem pencernaannya dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan anus. Sisa metabolismenya keluar melewati kelenjar hijau. Sistem sarafnya menggunakan susunan saraf tangga tali, respirasinya menggunakan insang.

Jenis kelamin Crustaceae sudah dapat dipisahkan dan bersifat hermaprodit. Pembuahan terjadi secara internal, telur yang berisi zigot menetas menjadi larva, selanjutnya tumbuh menjadi dewasa melalui pergantian kulit berkali-kali.

Contoh dari anggota ini adalah udang windu (*Penaeus)*, udang galah (*Macrobium resenbergi*), udang air tawar (*Cambarus virilis*), ketam (*Parathelpusa tredenlata*), kepiting (*Portunus sexdentalus*), dan rajungan (*Neptunus pelagicus*).

Perlu Diketahui



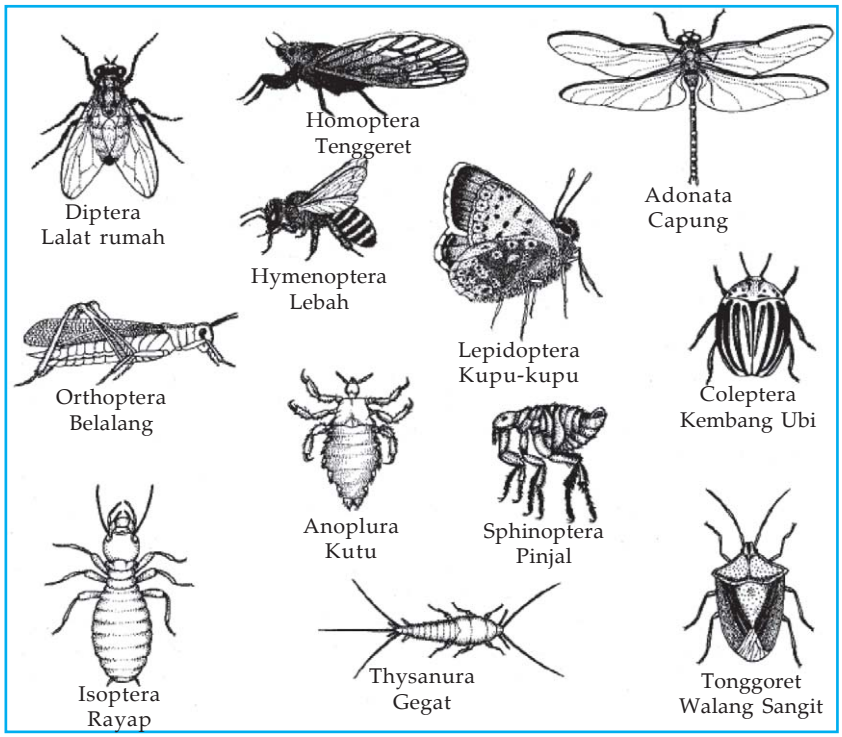
Gambar: Udang

Chitosan yang terdapat dalam kepala udang dapat dimanfaatkan dalam industri kain, karena bersifat tahan api dan dapat menambah kekuatan zat pewarna dengan sifatnya yang tidak mudah larut dalam air.

Peranan Crustaceae lebih banyak menguntungkan bagi kita, misalnya sebagai sumber protein hewani karena mengandung protein tinggi seperti udang, kepiting, dan rajungan. Pernahkah Anda merasakannya? Selain itu, Crustaceae juga berfungsi sebagai makanan ikan yang hidup sebagai zooplankton, yaitu *Entomostraca*. Akan tetapi, ketam dan yuyu bersifat merugikan karena merupakan hama bagi tanaman tertentu.

b) Insekta

Kelompok *Insekta* atau serangga mempunyai species sangat banyak, hidupnya di darat dan air. Ukuran tubuhnya relatif kecil. Insekta sering disebut juga sebagai *heksapoda*, yaitu mempunyai kaki enam (3 pasang). Tubuh dibedakan atas kepala, dada, dan perut. Pada kepala terdapat sepasang antena yang dapat digunakan untuk membau dan meraba. Terdapat juga mulut, mata majemuk (*mata faset*) ada yang bermata tunggal (*oselus*). Mulut insekta menurut fungsinya dibedakan menjadi empat tipe, yaitu tipe penjilat dan pengisap (lalat rumah), tipe pengisap (kupu-kupu), tipe penusuk dan pengisap (nyamuk), dan tipe penggigit (belalang).

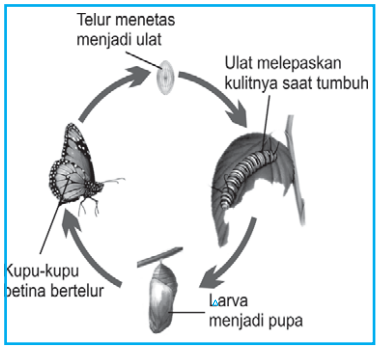


Sumber: Biologi Jilid 3, Kimbal, 1999

Gambar 8.39 Macam-macam Insekta

Bagian dada terdiri atas 3 ruas dan terdapat 3 pasang kaki beruas-ruas, juga terdapat sayap. Adapun pada perut terdapat 6 sampai 11 ruas, pada ruas belakang posterior sebagai alat reproduksi. Pada Insekta betina terdapat alat peletak telur yang disebut *ovipositor* serta kantung untuk menyimpan sperma. Respirasinya menggunakan pembuluh trakea, yaitu udara dari luar masuk ke jaringan melalui pembuluh trakea. Jumlah jantungnya 5 buah dan sistem peredaran darahnya bersifat terbuka. Perlu Anda ingat, darah insekta hanya mengedarkan sari-sari makanan dan tidak berfungsi mengedarkan oksigen karena sudah dilakukan oleh pembuluh trakea. Sistem ekskresinya menggunakan pembuluh malphigi yang mengelilingi anus.

Daur hidup serangga ini mengalami perubahan bentuk yang disebut *metamorfosis*. Coba ingat kembali ada berapa jenis metamorfosis! Akan tetapi ada jenis insekta tidak mengalami metamorfosis yang digolongkan sebagai serangga *ametabola,* misalnya kutu buku (*Lepisma)*. Untuk mengingat kembali tentang metamorfosis, lihatlah Gambar 8.39 kemudian ceritakan dengan kata-kata Anda sendiri dan presentasikan di depan kelas!

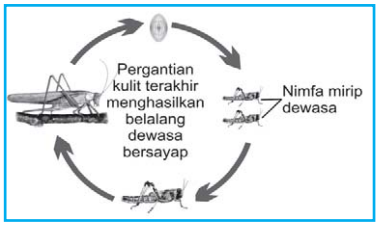


Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.40 Metamorfosis sempurna

Metamorfosis sempurna terjadi pada ordo *Lepidoptera*, *Coloptera*, *Diptera*, dan *Hymenoptera*.

Telur ⇨ larva (ulat) ⇨ kepompong (pupa) ⇨ hewan dewasa (imago)



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 8.41 Metamorfosis tidak sempurna

Metamorfosis tidak sempurna terjadi pada ordo *Orthoptera*, *Hemiptera*, *dan Homoptera*.

Telur ⇨ hewan muda (nimfa) ⇨ hewan dewasa (imago)

Kelompok Insekta ada dua kelas, berdasarkan ada tidaknya sayap, yaitu Insekta yang tidak mempunyai sayap (*apterygota*) contohnya adalah kutu buku dan yang mempunyai sayap (*pterygota*). Kelas ini dibagi lagi menjadi beberapa ordo dengan mengamati sayap dan mulutnya.

Untuk mengetahuinya, perhatikan Tabel 8.1 berikut!

Tabel 8.1 Ordo Insekta

No.	Ordo	Ciri-Ciri	Contoh
1.	Orthoptera	Mempunyai 2 pasang sayap lurus, sayap depan tebal, tipe mulut penggigit, mengalami metamorfosis tak sempurna.	Kecoa, belalang, jangkrik
2.	Isoptera	Semua sayapnya sama, tipe mulut penggigit, metamorfosis tak sempurna.	Rayap, laron
3.	Hemiptera	Mempunyai 2 pasang sayap, sayap depan tebal, sayap belakang tipis, metamorfosis tak sempurna, tipe mulut penusuk dan pengisap.	Walang sangit, kutu busuk

No	Ordo	Ciri-Ciri	Contoh
4.	Homoptera	Memiliki 2 pasang sayap, sayap depan lebih keras dibandingkan sayap belakang, tipe mulut penusuk dan pengisap, metamorfosis tak sempurna.	Kutu daun, kutu kepala
5.	Odonata	Memiliki 2 pasang sayap tidak dilipat, sayap depan dan belakang hampir sama, tipe mulut pengunyah dan penggigit, metamorfosis tidak sempurna.	Capung
6.	Coleoptera	Memiliki 2 pasang sayap depan tebal seperti perisai, sayap belakang tipis, tipe mulut penggigit, metamorfosis sempurna.	Kepik air
7.	Lepidoptera	Memiliki 2 pasang sayap yang bersisik warna-warni, tipe mulut pengisap, metamorfosis sempurna.	Kupu-kupu
8.	Diptera	Memiliki satu pasang sayap tipis, tipe mulut penusuk dan penjilat, metamorfosis sempurna.	Nyamuk, lalat rumah
9.	Hymenoptera	Memiliki 2 pasang sayap yang berupa selaput tipis, tipe mulut penggigit, metamorfosis sempurna.	Semut, lebah madu
10.	Siphonophtera	Tidak memiliki sayap, tubuhnya pipih lateral, berkaki pendek dan kuat untuk melompat. Bermata tunggal, tipe mulut menusuk dan menghisap, metamorfosis sempurna.	Kutu anjing, kutu kucing, kutu tikus

Apa peranan serangga dalam kehidupan? Ada beberapa serangga bersifat menguntungkan dan ada pula yang merugikan karena banyak berhubungan dengan manusia. Beberapa jenis penyerbukan tanaman dibantu oleh serangga, jenis serangga apa sajakah itu? Amatilah sendiri di sekitar Anda! Lebah madu dapat menghasilkan madu, ulat sutera menghasilan sutera. Ada pula serangga yang dapat membantu menguraikan sampah, misalnya *Grilotalpa* dan *Colembolla* sehingga dapat menyuburkan tanah, dapat mengendalikan hama secara biologis, misalnya sejenis lalat dilepaskan di kebun tebu agar memangsa ulat tebu.

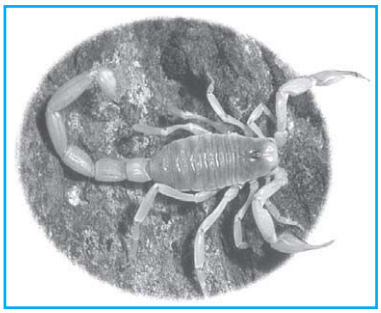
Serangga apa saja yang bersifat merugikan? Cobalah Anda cari sendiri dengan mengamatinya dalam kehidupan sehari-hari!

c) Arachnoidea (Labah-Labah)

Pada kelompok *Arachnoidea*, tubuhnya memiliki kepala (bersatu dengan dada disebut kepala dada) dan perut. Pada kepala terdapat sepasang *kelisera*, bentuknya meruncing dan ujungnya berlubang sebagai alat sengat berisi kelenjar racun, sepasang *pedipalpus* sebagai alat capit berbentuk seperti gunting, dan empat pasang kaki; tidak mempunyai antena, bernapas dengan paru-paru buku, trakea, atau kedua-duanya. Kelompok *Arachnoidea* terdiri atas 3 ordo, yaitu *Scorpionidae*, *Arachnida*, dan *Acarina*.

(1) Scorpionidae (Kala, Kalajengking)

Sumber: Jendela Iptek, Ekologi, 2000



Gambar 8.42 Kalajengking

Perhatikan hewan pada Gambar 8.42! Tubuh *Scorpionidae*, terdiri atas bagian kepala yang bersatu dengan dada (*sefalotoraks*) dan perut (*abdomen)* beruas-ruas, semakin ke belakang semakin mengecil membentuk ekor. Pada sefalotoraks terdapat sepasang alat mulut seperti penjepit yang disebut *pedipalpi*, fungsinya sebagai alat peraba sekaligus sebagai penangkap mangsanya. Sepasang alat mulut bentuknya kecil disebut *kelisera* yang berfungsi untuk mengunyah mangsanya, beberapa pasang mata tunggal besar atau kecil serta empat pasang kaki pada bagian sefalotoraks.

Pada ruas-ruas abdomen bagian ekor paling ujung, bentuknya membulat dan meruncing, ujungnya merupakan alat sengat yang mengeluarkan racun, berguna untuk melumpuhkan mangsa yang telah ditangkapnya. Sedangkan pada abdomen depan bagian bawah terdapat lubang kecil (stigma) sebagai alat respirasi yang berhubungan dengan saluran trakea.

(2) Arachnida (Labah-Labah)

Sumber: www.wikipedia.com



Gambar 8.43 Labah-labah

Tubuh *Arachnida* (labah-labah) terdiri atas sefalotoraks dan abdomen yang tidak beruas-ruas, bagian antara sefalotoraks dan abdomen meramping. Pada bagian sefalotoraks terdapat sepasang *kelisera* yang dapat mengeluarkan racun. Fungsi racun ini untuk melumpuhkan mangsanya, terdapat pedipalpus yang digunakan untuk menekan dan mengunyah mangsanya (makanan) dan di antara pedipalpus terdapat lubang mulut kecil.

Bagian abdomen tidak beruas-ruas dan pada ujung bagian depan terdapat lubang genital, ujung belakang bagian bawah terdapat kelenjar yang menghasilkan cairan untuk membentuk sarang berupa benang yang membeku.

Saluran pencernaan terdiri atas mulut, kerongkongan, lambung, usus, rektum, dan anus serta sistem sirkulasi terdiri atas jantung dan pembuluh darah. Darahnya tidak berwarna dan banyak mengandung banyak sel amuboid. Pembuahan terjadi secara interna dan menghasilkan telur kemudian diletakkan dalam kokon, selanjutnya dilekatkan pada sarangnya atau tetap dibawa oleh betinanya. Apabila telurnya menetas dan keluar anaknya akan langsung bisa berjalan dan mencari makanan berupa serangga. Macam-macam labah-labah, antara lain labah-labah pemburu, labah-labah berduri, labah-labah peloncat, labah angga-angga, dan labah-labah kemlandingan.

(3) Acarinae (Caplak)



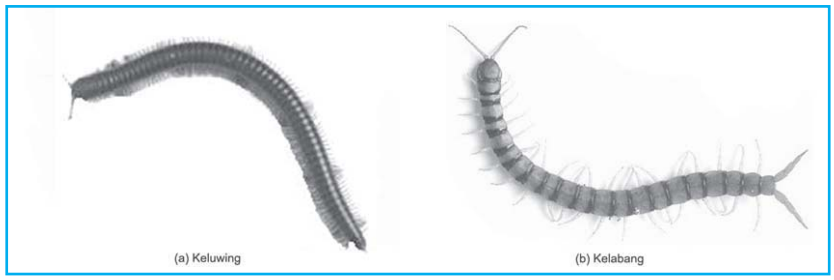
Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.44 Caplak

Pada *Acarinae* (caplak) terdapat kepala, dada, dan abdomen yang menjadi satu dan tidak beruas-ruas, memiliki empat pasang kaki beruas-ruas. Caplak ada yang hidup sebagai parasit dan ada pula yang bebas. Jika hidupnya sebagai parasit pada anjing, maka caplak betina akan menghisap darah anjing hingga tubuhnya menggelembung. Bila hendak bertelur, maka akan meloloskan diri dan memilih tempat untuk bertelur, kemudian mati.

Pada manusia, caplak dapat menyebabkan penyakit kudis, yaitu hidup parasit pada kulit. Caplak ini menyebabkan rasa gatal pada kulit karena caplak betina saat bertelur membuat lubang parit pada kulit dan telurnya diletakkan dalam parit.

d) Myriapoda



Sumber: Encarte Encyclopedia, 2006

Gambar 8.45 (a) Keluwing dan (b) kelabang

Tahukah Anda binatang berkaki seribu, misalnya keluwing dan kelabang? Binatang ini sangat menakutkan karena bila menggigit dapat menyebabkan kematian. Bagaimana struktur tubuh binatang ini? Amatilah struktur tubuhnya pada Gambar 8.45!

Tubuh lipan atau kelabang hanya terdiri atas kepala dan badan. Tidak ada bagian dada. Pada kepala terdapat sepasang mata tunggal, sepasang alat peraba besar, dan sepasang alat peraba kecil yang beruas-ruas. Setiap ruas badan belakang terdapat kaki berpasangan. Pada keluwing, setiap ruas badan terdapat dua pasang kaki yang dikenal dengan "kaki seribu". Sedangkan pada kelabang terdapat sepasang kaki.

Myriapoda melakukan respirasinya menggunakan saluran trakea yang bermuara pada lubang-lubang kecil (*stigma*), letaknya pada dinding ruas-ruas tubuh. Lubang tersebut disebut *spirakel*. Sistem peredaran darahnya terbuka dan letak jantung pada bagian punggung. Sistem sarafnya adalah sistem saraf tangga tali.

Kelas Myriapoda memilik dua ordo, yaitu sebagai berikut.

(1) Diplopoda

Tubuh hewan ini berbentuk silinder, jumlah segmennya sekitar 25–100, setiap segmennya hanya mempunyai sepasang kaki dan setiap abdomen mempunyai dua pasang kaki dan dua pasang spirakel. Contohnya keluwing, makanan hewan ini berupa tumbuh-tumbuhan dan berkembang biak dengan bertelur.

Adapun makanan keluwing berupa sisa-sisa tumbuhan, sering terdapat di tempat yang lembap pada pembuangan sampah. Jika kita mengganggu hewan ini, maka tubuhnya akan segera menggulung.

(2) Chiplopoda

Hewan ini tergolong hewan pemangsa (predator), makanannya adalah cacing dan serangga. Bentuk tubuhnya pipih, jumlah segmen bisa mencapai 177, setiap segmen mempunyai sepasang kaki, kecuali pada satu segmen di belakang kepala dan dua segmen terakhir. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata. Masing-masing mata mengalami modifikasi menjadi cakar beracun. Lipan atau kelabang bila bertemu mangsanya akan menyerang mangsanya dengan cara menggigit menggunakan kaki beracun yang berguna untuk melumpuhkan mangsa.

2. Vertebrata

Perhatikan hewan pada Gambar 8.46 berikut!



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 8.46 Beberapa contoh hewan Vertebrata

Apakah hewan-hewan tersebut memiliki perbedaan? Buaya berjalan dengan melata, burung berjalan dengan kakinya dan terbang menggunakan sayapnya, adapun kuda berjalan dengan kakinya. Semua jenis hewan tersebut merupakan anggota kelompok hewan *Vertebrata* (bertulang belakang). Jika kita amati, hewan yang merupakan kelompok vertebrata memiliki ciri-ciri anggota tubuhnya terbagi atas kepala, leher, badan, dan ekor. Cobalah berikan contoh hewan lain yang termasuk golongan Vertebrata!

Istilah Vertebrata berasal dari bahasa Latin, yaitu *vertebrae* yang artinya bertulang belakang. Vertebrata merupakan suatu anak filum dari hewan yang memiliki sumbu saraf atau otak dan tubuhnya dilengkapi oleh rangka dalam (*endoskeleton*) berupa tulang belakang. Anggota vertebrata mencakup *Pisces* (ikan), *Amphibia* (katak), *Reptilia* (hewan melata), *Aves* (burung), dan *Mamalia* (hewan menyusui).

a. Pisces/Ikan

Berasal dari manakah ikan yang Anda makan sehari-hari? Semua jenis ikan berasal dari daerah perairan, baik air tawar dan air asin. Tubuh ikan berbentuk ramping dilengkapi sirip untuk bergerak di air, tubuh bagian luarnya ditutupi sisik dan berlendir, bernapas dengan menggunakan insang untuk mengambil oksigen yang terlarut dalam air, berkembang biak dengan bertelur dan pembuahan terjadi di luar tubuh. Karena jantung ikan hanya memiliki satu ventrikel sehingga berdarah dingin dan suhu tubuhnya dapat berubah-ubah tergantung pada suhu luarnya.

Dari semua jenis ikan yang ada sekarang, ikan dapat digolongkan menjadi tiga kelas yaitu kelas, *Agnatha*, kelas *Condrichthyes*, dan kelas *Osteichthyes*.

1) Kelas *Agnatha*

Agnatha berasal dari bahasa Yunani, yaitu *a* yang berarti tidak dan *gnathos* yang berarti rahang. Semua jenis ikan yang termasuk dalam kelas *agnatha* memiliki ciri-ciri tidak berahang, siripnya tidak berpasangan, rangka tubuhnya tersusun atas tulang rawan serta jantungya hanya memiliki satu ventrikel. Contoh ikan lamprey (*Petromyzon* sp.).



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.47 Lamprey (*Petromyzon* sp.)

2) Kelas *Condrichthyes*



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.48 Ikan hiu

Condrichthyes berasal dari bahasa Yunani, yaitu *condros* yang berarti tulang rawan dan *ichthyes* yang berarti ikan. Semua jenis ikan yang termasuk dalam kelas Condrichthyes memiliki tulang rawan, mulut dan lubang hidungnya ventral. Celah-celah pharyngeal yang terlihat dari luar berjumlah 5 atau lebih dan jantungnya hanya memiliki satu ventrikel. Contoh ikan hiu dan ikan pari.

3) Kelas *Osteichthyes*

Osteichthyes berasal dari bahasa Yunani, yaitu *osteon* yang berati tulang dan *ichthyes* yang berarti ikan. Semua jenis ikan yang termasuk dalam kelas Osteichthyes memiliki sebagian tulang keras, mulut dan lubang hidungnya ventral, celah-celah pharyngeal tertutup (tidak terlihat dari luar) dan jantungnya hanya memiliki satu ventrikel. Contohnya, ikan lele, bandeng, dan gurami.

b. Amphibia (Amfibi)

Amphibia (amfibi) adalah hewan yang tempat hidupnya bisa di darat dan di air. Contoh hewan amfibi, yaitu katak. Katak memiliki kulit tak bersisik yang selalu basah dan berlendir, alat pernapasannya berupa paru-paru, rongga mulut, dan kulit. Jantungnya hanya mempunyai satu ventrikel dan alat geraknya berupa kaki. Jenis hewan ini berkembang biak dengan bertelur dan pembuahannya terjadi di luar tubuh. Tahukah Anda bahwa jika katak bertelur selalu di tempat yang berair?

Karena telur katak tidak memiliki kulit keras, sehingga jika bertelur selalu diletakkan di dalam air atau pada tempat yang becek. Setelah telur menetas dan keluar menjadi katak muda masih dalam bentuk berudu hidupnya dalam air dengan sistem pernapasannya menggunakan insang. Setelah dewasa tempat hidupnya di darat dan alat pernapasannya menggunakan paru-paru, rongga mulut, dan kulitnya yang basah. Jika kulitnya kering, apa yang terjadi? Apabila kulitnya mengalami kekeringan, maka katak akan segera mati, tetapi setelah berada di dalam air kemudian kulitnya menjadi basah katak akan menjadi segar dan sehat kembali. Beberapa species Amfibi yang kita kenal seperti katak sawah (*Rana limnocharis*), bangkong (*Bufo melanostictus*), dan katak pohon atau bancet (*Racophorus reinwardti*).



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.49 Katak

c. Reptilia/Hewan Melata

Nama *Reptilia* berasal dari bahasa Latin, *repere* yang berarti melata, tempat hidupnya di darat dan di air. Tubuhnya terbungkus kulit yang kering bertanduk (tidak licin), ditutupi oleh sisik, cara berjalannya secara merayap atau melata. Hewan ini tergolong berdarah dingin karena suhu tubuhnya tergantung pada suhu lingkungannya.



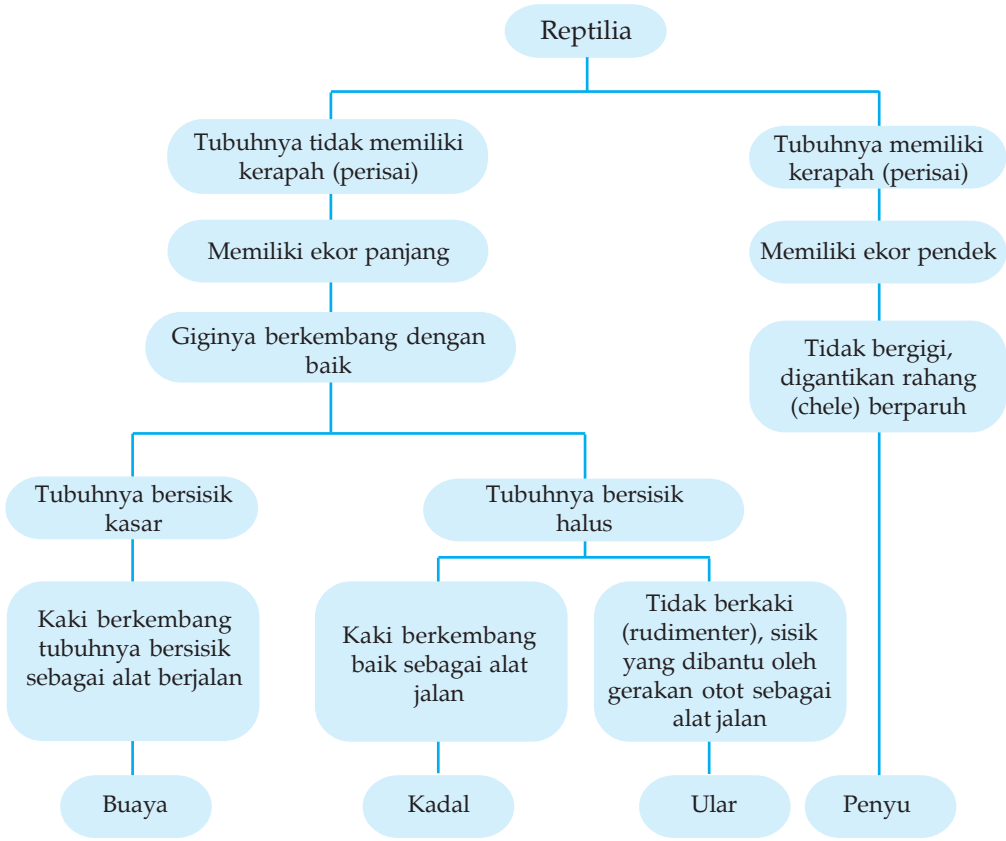
Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.50 Ular

Jantung Reptilia memiliki 4 ruang yang tidak sempurna karena masih ada lubang pada sekat pemisah antara bilik kiri dan bilik kanan. Hewan ini berkembang biak dengan bertelur. Kelas Reptilia meliputi, kadal, ular (Gambar 8.50), buaya dan penyu. Di mana letak perbedaan keempat hewan tersebut. Pelajarilah pada bagan pengelompokan Reptilia!

Perlu Diketahui

Biawak komodo (*Varanus komodoensis*) adalah kadal terbesar di dunia, panjangnya 3 m beratnya 80-140 kg. Air liurnya mengandung 50 jenis bakteri sehingga membuat gigitan mereka fatal. Komodo membutuhkan 5 tahun untuk tumbuh sampai ukuran 2 m dan dapat terus hidup sampai 30 tahun. Ada sekitar 6.000 ekor komodo yang hidup di Kepulauan Flores di Indonesia, 1.700 di Pulau Komodo, Rinca 1.300, Gili Llotang 100, dan Flores 2.000 ekor.



Bagan pengelompokan Reptilia

d. Aves/Burung

Burung merupakan hewan yang tubuhnya diselaputi oleh bulu-bulu. Anggota depannya berubah menjadi sepasang sayap, selain digunakan untuk terbang juga untuk mengatur suhu tubuhnya. Hewan ini berdiri dan berjalan dengan kedua kakinya yang berjari empat, alat pernapasannya berupa paru-paru dan jantungnya memiliki empat ruang dengan sempurna, yaitu dua serambi dan dua bilik. Pada beberapa jenis burung yang memiliki jarak terbang jauh dilengkapi dengan alat bantu pernapasan berupa pundi-pundi (kantung) berhubungan dengan paru-paru yang berfungsi sebagai penyedia udara untuk paru-paru sewaktu terbang.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.51 Burung

Perlu Diketahui

Burung dipercaya berevolusi dari Reptilia, seperti Dinosaurus yang hidup kira-kira 18 juta tahun yang lampau. Burung berubah dan kehilangan gigi dan ciri-ciri Reptilia yang lama semasa mengalami proses evolusi yang mengambil masa berjuta-juta tahun. Pada masa yang sama, bulu pelepar tumbuh pada ekor dan sayapnya.

Burung berkembang biak dengan bertelur dan pembuahan terjadi di dalam tubuh. Contoh aves antara lain burung elang, burung merpati, burung merak, burung hantu, burung gagak, ayam kampung, ayam bekisar, termasuk pinguin. Anda tahu, bahwa kelelawar juga mempunyai sayap untuk terbang, apakah kelelawar juga termasuk burung? Coba Anda pikirkan!

e. Mamalia/Hewan Menyusui

Mamalia berasal dari bahasa Latin, *mammae* yang berarti buah dada, payudara, tempat hidupnya ada yang di air dan di darat. Pada umumnya tubuh ditutupi oleh rambut dan kulit yang banyak mengandung kelenjar, seperti kelenjar keringat, kelenjar lemak, dan kelenjar susu.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 8.52 Contoh hewan menyusui

Semua hewan yang termasuk Mamalia mempunyai dua ciri yang sama, yaitu ciri pertama, tubuhnya ditutupi rambut, walaupun kadang-kadang tidak begitu nyata, contohnya pada beberapa ikan paus, segera setelah dilahirkan rambut-rambut itu hilang sama sekali. Ciri kedua, memiliki kelenjar susu untuk menyusui anak yang baru dilahirkan atau masih kecil. Pada saat masih dalam bentuk embiro tersimpan di dalam kantung amnion yang mengandung air ketuban, fungsinya untuk menjaga dari segala goncangan dari luar dan memperlancar pada saat proses melahirkan anaknya.

Kelompok hewan ini bernapas menggunakan paru-paru dan suhu tubuhnya tidak tergantung pada lingkungannya sehingga tergolong berdarah panas. Pada umumnya Mamalia berkembang biak dengan beranak dan pembuahan terjadi di dalam tubuh, contohnya tikus, kucing, anjing, harimau, badak, dan gajah, tetapi ada yang bertelur seperti *Platypus* (hewan berparuh bebek), contoh hewan yang termasuk kelompok Mamalia air, antara lain ikan pesut dan lumba-lumba.

RANGKUMAN

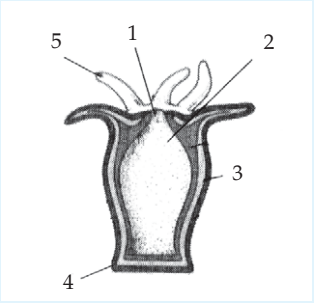
1. Dunia hewan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok tidak mempunyai tulang belakang (*Avertebrata*) dan yang mempunyai tulang belakang (*Vertebrata*).
2. Terbentuknya hewan dimulai dari pembentukan sel dan akan bertambah banyak, yang mengalami perkembangan menjadi lapisan *ektoderm* dan *endoderm*. Hewan yang berkembang pada kedua tingkat lapisan ini dinamakan *diplobastik*, termasuk golongan hewan ini adalah *Porifera* dan *Coelenterata*.
3. Dari lapisan *ektoderm* dan *endoderm* akan berkembang dan terbentuk lapisan *mesoderm*. Golongan hewan yang berkembang pada ketiga tingkat lapisan ini disebut *triplobastik*, termasuk golongan hewan ini adalah *Plathyhelminthes* dan *Nemathelminthes*.
4. Hewan yang belum mempunyai rongga tubuh digolongkan sebagai *triplobastik aselomata*, misalnya *Plathyhelminthes*.
5. Hewan yang mempunyai rongga tubuh semu disebut *triplobastik pseudoselomata*, misalnya *Nemathelminthes*.
6. Hewan yang mempunyai rongga tubuh tiga bagian disebut *triplobastik selomata*, misalnya *Annelida* sampai pada tingkat *chordata*.
7. Beberapa hewan yang termasuk golongan avertebrata, yaitu *Porifera*, *Coelenterata*, *Plathyhelminthes*, *Nemathelminthes*, *Mollusca*, *Echinodermata*, dan *Arthropoda*.
8. *Porifera* adalah hewan yang berpori, hidupnya di laut yang mempunyai bentuk kehidupan sebagai polip dan sebagai sessil, mempunyai 3 tipe saluran air, yaitu *ascon*, *syscon,* dan *leucon*.
9. Jenis-jenis Porifera, yaitu *Calcarea*, *Hexactinellida*, dan *Demospongia*.
10. *Coelenterata* adalah hewan yang memiliki rongga dan hidupnya dapat secara soliter dan berkoloni membentuk medusa. Peranannya dapat membentuk karang laut.
11. Jenis-jenis *Coelenterata* adalah *Hydrozoa*, *Schyphozoa*, dan *Anthozoa*.
12. *Plathyhelminthes* adalah cacing yang berbentuk pipih seperti daun atau pita, hidupnya bebas dan bersifat parasit, termasuk hewan hermaprodit.
13. Jenis-jenis *Plathyhelminthes* adalah *Turbularia*, *Trematoda*, dan *Cestoda*.
14. *Nemathelminthes* adalah cacing yang berbentuk seperti benang, hidupnya bebas dan bersifat parasit pada makhluk hidup, cara reproduksinya secara seksual.

15. Jenis-jenis Nemathelminthes, yaitu cacing perut (*Ascaris lumbricoides*), cacing tambang (*Ancylostoma duodenale*), cacing kremi (*Enterobius vermicularis*), dan cacing filaria (*Wuchereria brancofti*).
16. *Annelida* adalah cacing yang bentuknya seperti cincin atau gelang-gelang, hidupnya bebas, bersifat hermaprodit, tetapi pembuahan terjadi antara 2 individu berlainan.
17. Jenis-jenis cacing *Annelida* adalah *Polychaeta*, *Oligochaeta*, dan *Hirudinea*.
18. *Mollusca* adalah hewan yang bertubuh lunak, tidak beruas-ruas, merupakan binatang *triplobastik selomata*. Pada umumnya tubuhnya dilapisi cangkang.
19. Jenis-jenis *Mollusca* yaitu *Amphinura*, *Gastropoda*, *Scaphopoda*, *Pelecypoda* dan *Cephalopoda*.
20. Echinodermata adalah hewan yang berkulit duri, hidup di laut dan bersifat sessil. Hewan ini termasuk hewan *triplobastik selomata*.
21. Jenis-jenis *Echinodermata* adalah *Asteroidea, Ophiuroidea*, *Crinoidea* dan *Echinoidea*.
22. *Arthropoda* adalah hewan yang mempunyai kaki beruas-ruas. Hidupnya di semua habitat dan jumlahnya paling besar. Termasuk hewan *triplobastik selomata*.
23. Jenis-jenis Arthropoda adalah *Crustacea*, *Insekta*, *Arachnoidea*, dan *Myriapoda*.
24. Kelompok hewan *Vertebrata* disebut juga hewan bertulang belakang yang memiliki ciri-ciri mempunyai kepala, leher, badan dan ekor.
25. Jenis-jenis dari golongan *Vertebrata* adalah *Pisces*, *Amphibi*, *Reptilia*, *Aves*, dan *Mamalia*.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Terbentuknya hewan-hewan di muka bumi ini dimulai dari zigot bersel satu. Selanjutnya mengalami perkembangan menjadi banyak sel. Urutan perkembangan golongan hewan dari satu sel menjadi banyak sel adalah
 a. Porifera – Protozoa – Coelenterata – Mamalia
 b. Coelenterata – Porifera – Mamalia – Protozoa
 c. Protozoa – Porifera – Coelenterata – Mamalia
 d. Porifera – Coelenterata – Mamalia – Protozoa
 e. Mamalia – Porifera – Coelenterata – Protozoa
2. Kelompok hewan yang tidak mempunyai tulang belakang (avertebrata) terdiri atas filum -filum sebagai berikut, *kecuali*
 a. Plathyhelminthes
 b. Annelida
 c. Coelenterata
 d. Gastropoda
 e. Nemathelminthes
3. Hewan Hydra, tubuhnya tersusun atas dua lapisan kulit, di antara kedua lapisan kulit itu terdapat rongga yang berisi bahan seperti jeli yang disebut mesoglea. Terlihat pada gambar, yaitu pada keterangan nomor



 a. 1
 b. 2
 c. 3
 d. 4
 e. 5
4. Cacing Plathyhelminthes merupakan cacing pipih, karena cacing ini belum mempunyai rongga tubuh dan bentuknya pipih seperti pita. Beberapa contoh dari kelas cacing pipih tersebut adalah seperti berikut, *kecuali*
 a. *Ascaris lumbricoides*
 b. *Planaria*
 c. *Fasciola hepatica*
 d. *Taenia solium*
 e. *Schystosoma japonicum*

5. Kelompok cacing dari filum Annelida dibagi menjadi kelas-kelas berdasarkan ada tidaknya rambut/seta. Contoh cacing yang tidak mempunyai rambut/seta adalah cacing
 a. tanah
 b. lintah
 c. palolo
 d. wawo
 e. kremi
6. Hewan dari golongan Mollusca merupakan hewan yang bertubuh lunak, jenis hewan ini menempati filum terbesar kedua dalam kerajaan binatang setelah filum Arthropoda, yang terbagi dalam kelas-kelas berikut, *kecuali*
 a. Amphinura
 b. Gastropoda
 c. Crinoidea
 d. Pelecypoda
 e. Asteriodea
7. Echinodermata artinya hewan berkulit duri. Kelas dari filum tersebut yang memiliki ciri-ciri bentuknya seperti binatang, bagian bawah ada mulutnya, dan terdapat anus di bagian permukaan atas, terdapat duri-duri pendek dan bagian ujung lengan terdapat bintik mata adalah
 a. Echinoidea
 b. Crinoidea
 c. Asteroidea
 d. Ophiuroidea
 e. Gastropoda
8. Kelas dari filum Arthropoda antara lain heksapoda. Disebut demikian karena mempunyai kaki berjumlah 6, contohnya
 a. lalat rumah
 b. kepiting
 c. kalajengking
 d. laba-laba
 e. keluwing
9. Ciri-ciri dari ordo Insekta yang memiliki 2 pasang sayap. Sayap depan tebal dan sayap belakang tipis, tipe mulutnya menusuk dan mengisap, serta metamorfosis tak sempurna adalah
 a. lalat rumah
 b. walang sangit
 c. capung
 d. nyamuk
 e. kecoa

10. Semua anggota kelompok Cephalopoda berikut memiliki sifon yang berfungsi sebagai alat untuk menyemprotkan air dan kantong tinta yang mengandung pigmen melanin yang berfungsi untuk menghindar musuh, *kecuali*
 a. loligo
 b. oktopus
 c. sepia
 d. nautilus
 e. culcitu
11. Cacing planaria sering digunakan sebagai indikator biologis, yaitu apabila dalam suatu perairan banyak terdapat banyak cacing ini, berarti airnya belum tercemar. Planaria termasuk dalam kelas
 a. Serkaria
 b. Turbellaria
 c. Bipinnaria
 d. Physalia
 e. Trematoda
12. Vertebrata merupakan suatu anak filum dari hewan yang memiliki sumbu saraf atau otak dengan tubuh yang dilengkapi oleh rangka dalam anggota vertebrata tersebut adalah
 a. Pisces – Amphibia – Insekta – Reptilia
 b. Pisces – Aves – Reptilia – Insekta
 c. Amphibia – Aves – Pisces – Insekta
 d. Aves – Pisces – Reptilia – Mamalia
 e. Reptilia – Pisces – Aves
13. Kelas Agnatha memiliki ciri-ciri, yaitu tidak berahang dan memiliki tulang rawan, contoh ikan dari kelas ini adalah ikan
 a. paus
 b. gurami
 c. arwana
 d. lamprey
 e. mas
14. Hewan yang masuk dalam dalam kelompok Amphibia memiliki tempat hidup bisa di darat dan di air. Hewan berikut yang **bukan** termasuk hewan kelompok Amphibia adalah
 a. penyu
 b. bangkong
 c. bancet
 d. katak sawah
 e. buaya

16. 

Perhatikan gambar di samping!

Gambar tersebut memperlihatkan hewan pada anggota Myriapoda yang sering dikenal dengan "kaki seribu", yaitu

a. lipan
b. kelabang
c. keluwing
d. kalajengking
e. lintah

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini di buku tugas Anda!

1. Hewan Porifera mempunyai 3 tipe saluran air, sebutkan dan jelaskan!
2. Mengapa cacing *Planaria* dapat digunakan sebagai indikator biologis?
3. Bagaimana cacing hati (*Fasciola hepatica*) dapat mencapai hati makhluk hidup? Jelaskan!
4. Sebutkan beberapa perbedaan antara cacing Turbellaria, Trematoda, dan Cestoda!
5. Sebutkan beberapa jenis cacing Nemathelminthes yang merugikan manusia!
6. Cangkang pada kerang terdiri atas beberapa lapisan, coba Anda sebutkan dan jelaskan!
7. Apa saja ciri-ciri dari binatang *Echinodermata*?
8. Ada berapa macam tipe mulut Insekta, jelaskan dan berilah contohnya!
9. Ada berapa macam jenis ikan, sebutkan dan jelaskan serta berilah contohnya!
10. Mengapa ikan paus dan lumba-lumba dimasukkan dalam kelas Mamalia, bukan kelas Pisces?

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di suatu kebun terdapat banyak sekali cacing tanah. Petani pemilik kebun itu membiarkan saja cacing-cacing tanah itu ada di dalam tanah. Mengapa petani tersebut melakukannya? Jenis cacing apakah itu?
2. Pernahkah Anda melihat ubur-ubur? Hewan ini termasuk golongan hewan Coelenterata. Gambarlah daur hidup ubur-ubur dan jelaskan apa manfaat ubur-ubur bagi kehidupan manusia!
3. Gambarlah dan jelaskan metamorfosis yang sempurna dan tidak sempurna! Apa perbedaan dan persamaan dari kedua metamorfosis itu? Hewan apa saja yang termasuk metamorfosis sempurna dan tidak sempurna?

BAB 9 KEANEKARAGAMAN HAYATI DI INDONESIA

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia. Dengan mempelajari materi ini diharapkan Anda mampu mengenal dan mengetahui keanekaragaman hayati di Indonesia dan manfaatnya bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Selain itu diharapkan pula Anda dapat berusaha menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati tersebut.

Adakah hewan peliharaan atau tanaman di lingkungan rumah Anda? Banyak jenis hewan peliharaan di sekitar kita, misalnya kucing, anjing, burung perkutut, jalak, beo, kutilang, dan sebagainya. Begitu pula banyak kita jumpai beragam tumbuhan yang tumbuh di lingkungan sekitar kita, seperti aneka tanaman bunga, rumput-rumputan, tanaman buah, dan sebagainya. Perhatikan keanekaragaman makhluk hidup yang tampak pada Gambar 9.1!

Kata Kunci

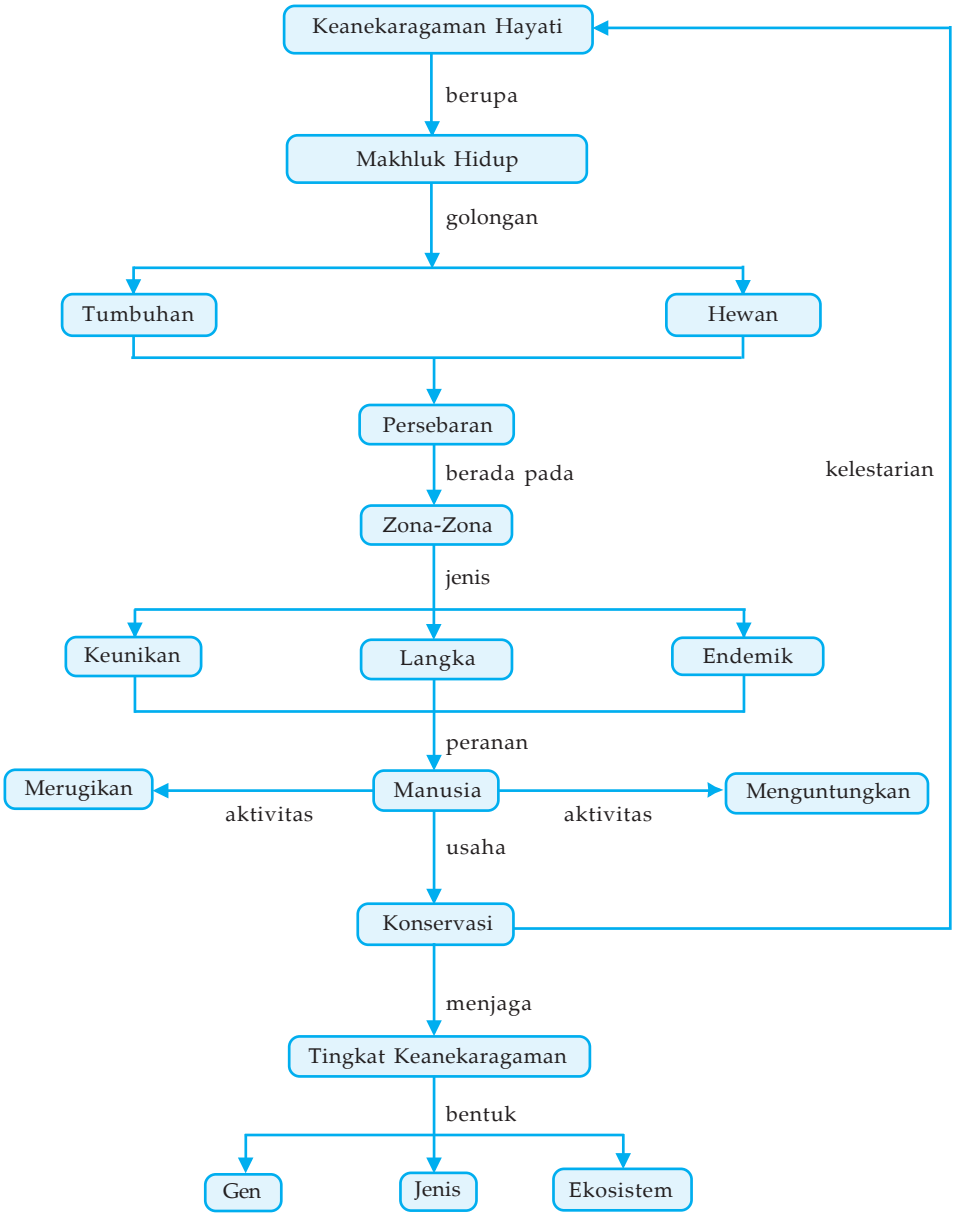
- flora
- fauna
- habitat
- ekosistem
- konservasi
- fenotipe
- genotipe



Sumber: CD Clipart

Gambar 9.1 Keanekaragaman makhluk hidup di sekitar

PETA KONSEP

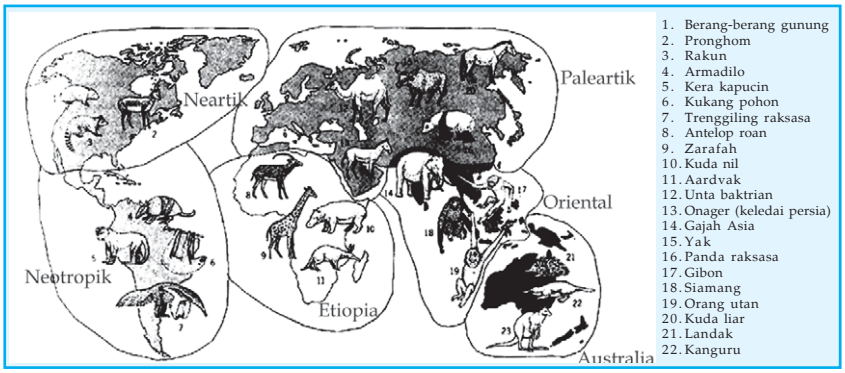

Keanekaragaman Hayati
berupa
Makhluk Hidup
golongan
Tumbuhan
Hewan
Persebaran
berada pada
Zona-Zona
jenis
Keunikan
Langka
Endemik
peranan
Merugikan
aktivitas
Manusia
aktivitas
Menguntungkan
usaha
Konservasi
kelestarian
menjaga
Tingkat Keanekaragaman
bentuk
Gen
Jenis
Ekosistem

Di lingkungan sekitar kita banyak sekali jenis-jenis tumbuhan dan hewan. Jika kita perhatikan dengan saksama, ternyata setiap jenis makhluk hidup yang ada di sekitar kita mempunyai ciri tersendiri, meliputi variasi ukuran, bentuk, jumlah, dan warna yang berbeda-beda sehingga terbentuklah keanekaragaman makhluk hidup yang disebut *keanekaragaman hayati*. Di dalam keanekaragaman hayati tersebut, makhluk hidup sejenis akan memiliki ciri-ciri yang sama, sedangkan makhluk hidup antarjenis yang berbeda memiliki ciri yang beraneka ragam pula.

Apakah setiap tempat yang berada di lingkungan sekitar kita memiliki keanekaragaman makhluk hidup yang sama? Kita bisa membuat perbandingan dengan melakukan pengamatan pada keragaman jenis tumbuhan di tempat panas dan di tempat teduh. Contohnya, tumbuhan jenis rumput-rumputan karena tumbuhan ini dapat tumbuh di mana-mana dan mudah kita jumpai. Di tempat yang panas pada kondisi tanah lapang terbuka, biasanya terdapat rumput yang berdiri tegak seperti rumput teki. Keadaan tumbuhan menjadi seperti itu disebabkan tanah terbuka dan terkena intensitas sinar matahari yang tinggi sehingga menyebabkan ketersediaan air dan kelembapan udara rendah. Adapun di tempat yang teduh pada tanah di bawah pohon yang rindang akan ditemukan jenis rumput-rumputan yang tumbuh menjalar di permukaan tanah dan berdaun lebar. Kondisi ini, disebabkan di tempat teduh terkena intensitas sinar matahari yang rendah, sehingga menyebabkan ketersediaan air dan kelembapan udara tinggi.

Kenyataan itu menunjukkan bahwa di sekitar lingkungan tempat tinggal kita maupun tempat-tempat lain di negara Indonesia dapat dijumpai jenis makhluk hidup yang beraneka ragam. Keanekaragaman makhluk hidup dapat terlihat dari makanan, bentuk tubuh, ukuran tubuh, warna tubuh, cara berkembang biak, dan cara beradaptasi.

A PERSEBARAN KEANEKARAGAMAN HAYATI DI INDONESIA



Sumber: Biologi Image, 2004

Gambar 9.2 Pola persebaran makhluk hidup di dunia

Perhatikan gambar peta persebaran keanekaragaman hayati pada Gambar 9.2! Indonesia terletak di antara dua zona, yaitu zona Oriental dan Australia. Zona Oriental meliputi wilayah barat Indonesia, yaitu Sumatra, Bali, Jawa, dan Kalimantan sehingga pada zona ini hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan memiliki kemiripan dengan yang terdapat di Benua Asia. Di wilayah Timur Indonesia, yaitu Maluku dan Papua, termasuk zona Australia, sehingga hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan juga memiliki kemiripan dengan Benua Australia. Zona peralihan, yaitu yang terdapat di wilayah tengah antara zona Asia dan Australia, misalnya Sulawesi dan Nusa Tenggara, pada tempat ini hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhannya mempunyai kemiripan antara Australasia dan Oriental.

Di dunia ini terdapat enam zona persebaran makhluk hidup (*biogeografi*), yaitu *zona Neotropik*, *zona Neartik, zona Etiopia, zona Paleartik, zona Oriental*, dan *zona Australasia*. Indonesia merupakan negara kepulauan karena memiliki lebih dari 17.000 pulau yang membentang dari ujung barat Pulau Sabang sampai ujung timur Pulau Merauke, panjang jaraknya sekitar 5.100 km. Karena Indonesia terletak di daerah tropik yang berada di antara zona Oriental dan zona Australasia, maka memiliki sederet habitat yang luas, meliputi hutan basah dan hutan kering, rawa permanen, padang rumput, gurun pasir, sampai gunung bersalju. Kekayaan habitat tersebut memunculkan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, memiliki keunikan tersendiri, selain itu juga memiliki tumbuhan dan hewan langka, serta tumbuhan dan hewan endemik.

1. Keberadaan Keanekaragaman Hayati yang Tinggi

Indonesia terletak di daerah tropik sehingga memiliki keanekaragaman hayati tinggi dibandingkan dengan daerah subtropik (iklim sedang) maupun daerah kutub (iklim kutub), misalnya Indonesia memiliki hutan hujan tropik. Sebagai perbandingan, dalam luas areal yang sama, jika pada hutan hujan tropik ditemukan sekitar 300 jenis pohon, maka pada hutan iklim sedang hanya ditemukan satu atau dua jenis pohon. Oleh karena itu, Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, selain Brasil dan Zaire. Keanekaragaman hayati tersebut berupa kekayaan jenis hutan dengan flora yang beragam. Diperkirakan di Indonesia terdapat jenis pohon palem terbanyak di dunia, lebih dari 400 jenis pohon yang bernilai komersial (ekonomis) dan sekitar 25.000 jenis tumbuhan berbunga. Selain itu, Indonesia juga memiliki sekitar 4.000 jenis dari sekitar 12.000 jenis paku-pakuan di dunia, sekitar 4.000 sampai 12.000 jenis dari sekitar 47.000 jenis jamur di dunia, serta memiliki sekitar 3.000 jenis dari sekitar 15.000 jenis lumut dan lumut hati di dunia. Apa pendapat Anda dengan adanya keanekaragaman jenis-jenis makhluk hidup ini?

Kekayaan jenis tumbuhan tersebut merupakan penyedia habitat yang luas bagi tempat tinggal hewan (fauna). Hewan yang berada di dalam habitat tersebut terdiri atas berbagai jenis, mulai dari invertebrata terkecil sampai herbivora terbesar.

Indonesia merupakan negara yang menempati peringkat pertama dalam jumlah jenis Mamalia dunia, yaitu sekitar 515 jenis, di antaranya terdapat 185 jenis endemik dan kupu-kupu serta burung sekitar 121 jenis, peringkat ketiga untuk reptil sekitar 600 jenis, peringkat keempat untuk burung sekitar 1.520 di antaranya terdapat lebih dari 380 jenis endemik dan berada pada peringkat kelima untuk amfibi sekitar 270 jenis. Mengapa di negara kita banyak terdapat keanekaragaman hayati yang tertinggi di dunia? Coba kemukakan pendapat Anda!

a. Faktor-Faktor Penyebab Timbulnya Keanekaragaman Hayati

Di negara kita Indonesia terdapat banyak keragaman flora dan fauna. Kawasan Nusantara merupakan suatu rangkaian kepulauan yang memiliki ciri-ciri geografi yang sangat kompleks sehingga kehidupan hewan dan tumbuh-tumbuhan mengikuti pula pertumbuhan dan perubahan yang terjadi. Selain itu kehidupan hewan dan tumbuhan juga dipengaruhi pula oleh perubahan cuaca. Coba, perhatikan tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitar rumah Anda dengan tumbuh-tumbuhan yang ada di hutan. Terdapat perbedaan antara keduanya bukan?

Timbulnya keanekaragaman yang ada di berbagai tempat di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut.

1) Iklim

Unsur iklim sangat menentukan berbagai jenis keanekaragaman hayati di Indonesia. Unsur-unsur iklim yang mempengaruhi kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan adalah temperatur, udara, kelembapan angin, dan curah hujan.

2) Faktor Relief Tanah

Relief tanah adalah tinggi rendahnya permukaan bumi diukur dari permukaan laut. Ketinggian di suatu tempat dapat mempengaruhi temperatur dan tekanan udara, demikian pula jenis-jenis tumbuhan dan hewan. Coba, Anda pikirkan di daerah pantai banyak terdapat pohon kelapa, apakah pohon-pohon kelapa tersebut dapat hidup di gunung? Bagaimana dengan jenis-jenis hewannya?

3) Faktor Tanah

Keadaan tanah di suatu tempat sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan. Tanah humus dan tanah vulkanis sangat baik untuk pertumbuhan tanaman karena memiliki banyak unsur hara.

b. Jenis-Jenis Flora di Indonesia

Tahukah Anda bahwa jenis tumbuh-tumbuhan yang terdapat di Indonesia mencapai 25.000 species, yaitu sekitar 10% jenis flora di dunia. Seperti yang telah Anda pelajari ada beberapa faktor geografis yang mempengaruhi keanekaragaman hayati, sehingga menyebabkan flora di Indonesia terbagi menjadi tiga wilayah.

1) Wilayah Indonesia Bagian Barat

Wilayah ini, antara lain mencakup Jawa Barat, Sumatra, Kalimantan, dan Irian Jaya. Di wilayah ini terdapat banyak curah hujan sehingga memiliki hutan lebat yang terdapat banyak pohon besar dan kecil dengan ketinggian kira-kira 60 meter, berdaun rindang dengan mahkota daunnya bertingkat-tingkat, serta suasana di dalamnya lembap karena banyak didapati beragam tumbuh-tumbuhan.

2) Wilayah Indonesia Bagian Timur

Di wilayah ini terdapat hutan musim yang memiliki ciri pada musim kemarau daun-daun tanaman berguguran, pohon-pohonnya lebih rendah daripada pohon hutan hujan tropis, pohon-pohonnya lebih jarang, ketinggian pohonnya sekitar 12-35 m. Contohnya pohon jati di Jawa Tengah dan Jawa Timur.

3) Wilayah Indonesia Bagian Tengah

Di wilayah ini terdapat daerah padang rumput yang diselingi oleh semak-semak, daerah ini dinamakan *savana*. Di Pulau Flores, Sumbawa, dan Timor terdapat hutan dengan rumput-rumputan pendek akibat curah hujan sedikit. Daerah ini cukup baik untuk usaha peternakan.

Di Pulau Jawa, pantai timur Sumatra, dan Pantai Riau terdapat hutan-hutan bakau karena di daerah ini banyak dijumpai dataran rendah dan pantai yang berlumpur. Pohon bakau memiliki akar yang menjulang ke atas permukaan air. Pada waktu air laut surut akar menjulang ke atas dan pada waktu air laut pasang akar terendam. Pohon ini berguna menahan erosi dan kikisan ombak air laut.

Sampai saat ini, hutan tropik di Indonesia mempunyai kekayaan jenis flora dan fauna terutama yang masih liar, baik hewan atau tumbuhan yang menyimpan sifat-sifat unggul seperti mempunyai perakaran kuat, tahan terhadap penyakit, dan tahan terhadap kadar garam yang tinggi, belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal.

c. Jenis-Jenis Fauna di Indonesia

Tahukah Anda negara kita memiliki keanekaragaman jenis fauna, yaitu ada 8.000 jenis reptil di dunia sehingga 25% di antaranya terdapat di Indonesia. Jenis organisme lain berupa fauna bertulang belakang 20%, serangga 20%, dan cacing 10%. Terdapat pula bermacam-macam jenis burung, ikan, dan amfibi.

2. Keunikan Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Seperti telah disebutkan sebelumnya, bahwa persebaran makhluk hidup di Indonesia terletak di antara zona Oriental, zona Australasia, serta zona Peralihan sehingga memiliki keunikan tersendiri.

a. Zona Oriental (Wilayah Barat Indonesia)

Zona Oriental meliputi wilayah barat Indonesia, yaitu Kalimantan, Sumatra, Jawa, dan Bali yang terdapat hutan hujan tropik yang didominasi oleh pohon dari famili *Dipterocarpaceae*. Famili Dipterocarpaceae merupakan tumbuhan tertinggi, membentuk kanopi hutan, dan menghasilkan biji bersayap. Tumbuhan yang termasuk famili Dipterocarpaceae, antara lain kayu kruing (*Dipterocarpaceae*), kayu meranti (*Shorea* spp), kayu kapur (*Dryobalanops aromatica*), dan kayu garu (*Gonystylus bancanus*), sedangkan tumbuhan hutan hujan tropik dicirikan dengan kanopi rapat dan banyak tumbuhan yang memanjat (liana) seperti pohon mangga (*Mangifera indica*), pohon durian (*Durio zibethinus*) dan pohon suku (*Artocarpus*).

Jenis-jenis hewan pada zona ini memiliki kemiripan dengan jenis hewan di Benua Asia yang terdiri atas banyak species Mamalia berukuran besar seperti gajah, banteng, badak, dan harimau dan terdapat berbagai jenis kera seperti orang utan, bekantan, tarsius, dan loris hantu.

b. Zona Australasia (Wilayah Timur Indonesia)

Zona Australasia meliputi wilayah timur Indonesia, yaitu Maluku dan Papua. Pada zona ini terdapat hutan dengan pohon-pohon yang rendah dan berada di daerah datar seperti matoa dan *Ficus* (famili beringin).

Jenis-jenis hewannya memiliki kemiripan dengan jenis hewan di Benua Australia, terdiri atas Mamalia berukuran kecil atau hewan berkantung seperti kuskus, bandicot, oposum, dan kanguru jenis berkantung dan musang berkantung di Maluku bagian timur dan Irian Jaya. Jenis burungnya memiliki beragam warna seperti burung cendrawasih yang terdapat banyak di Papua dan sedikit di Maluku. Daerah di wilayah Indonesia Timur terkenal sebagai dunia burung. Ada 28 jenis burung berbulu, misalnya burung cendrawasih, kakaktua berjambul, dan kasuari.

c. Zona Peralihan (Wilayah Tengah Indonesia)

Zona peralihan merupakan wilayah yang terdapat keanekaragaman hayati berasal dari zona Oriental dan zona Australasia. Zona ini meliputi wilayah tengah Indonesia, yaitu Sulawesi dan Nusa Tenggara. Pada wilayah ini terdapat pohon *eukaliptus* dan hewan *oposum* yang lebih mirip dengan tumbuhan dan hewan dari zona Australasia.

Selain itu, di Indonesia bagian tengah terdapat hewan khas Indonesia, misalnya anoa (mirip lembu dan hidup liar) di Sulawesi, babirusa dengan taring panjang dan melengkung terdapat di Sulawesi dan Maluku bagian barat, biawak komodo sisa fauna purba di Pulau Komodo, burung maleo yang sangat langka terdapat di Sulawesi dan Kepulauan Sangihe.

Anda sudah mempelajari tentang keanekaragaman hayati di Indonesia. Untuk mengetahui persebaran jenis-jenis hewan di Indonesia, lakukan kegiatan berikut ini!

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengetahui persebaran fauna

Alat dan Bahan :

1. Pena
2. Kertas
3. Sumber buku fauna
4. Peta

Cara Kerja :

1. Pelajarilah buku tentang persebaran jenis-jenis fauna di Indonesia.
2. Isikanlah temuan Anda pada tabel di bawah ini! Salinlah di buku tugas Anda

No.	Kelompok Fauna	Wilayah	Jenis-Jenis Fauna
1. 2. 3.	Oriental Australasia Peralihan		

3. Kumpulkan gambar-gambar fauna dari masing-masing kelompok seperti yang terdapat pada tabel!
4. Diskusikan dengan teman-teman Anda, jenis hewan apa saja yang terdapat pada masing-masing kelompok fauna!
5. Bandingkan hasil temuan Anda dengan kelompok lain!
6. Diskusikan, kemudian catat kesimpulan dari diskusi itu!

3. Tumbuhan dan Hewan Langka di Indonesia

Persebaran makhluk hidup di Indonesia terletak antara zona Oriental, zona Australasia, serta zona Peralihan, sehingga memiliki keunikan dan mempunyai banyak tumbuhan dan hewan langka.

a. Tumbuhan Langka

Adakah di daerah tempat tinggal Anda tanaman seperti sawo kecik, sukun berbiji, matoa, sagu, atau kluwak? Tumbuh-tumbuhan itu termasuk tumbuhan langka. Tumbuhan itu termasuk langka karena populasinya sudah berkurang.

Berikut ini contoh tumbuh-tumbuhan langka di Indonesia.

1) Sawo kecik (*Manilkara elasticus*)
2) Sukun berbiji (*Artocarpus communis*)
3) Nangka celeng (*Artocarpus heterophyllus*)
4) Gandaria (*Bouea macrophylla*)
5) Bedali (*Radermachera gigantea*)
6) Matoa (*Pometia pinnata*)
7) Kluwak (*Pangium edule*)
8) Mundu (*Garcinia dulcis*)
9) Winong (*Tetrameles mudiflora*)
10) Putat (*Plannhonia valida*)
11) Bendo (*Artocarpus elasticus*)
12) Sagu (*Metroxylon sagu*)

b. Hewan Langka

Selain tumbuhan langka, di negara kita terdapat juga hewan langka. Tahukah Anda nama-nama hewan langka itu?

Hewan-hewan langka di Indonesia, antara lain sebagai berikut.

1) Harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*)
2) Harimau Jawa (*Panthera tigris sondaicus*)
3) Macan kumbang (*Panthera pardus*)
4) Babirusa (*Babyrousa babyrussa*)
5) Orang utan Sumatra (*Pongo pygmaeus abelii*)
6) Orang utan Kalimantan (*Pongo pygmaeus pygmaeus*)
7) Bekantan (*Nasalis larvatus*)
8) Gajah Asia (*Elephas maximus*)
9) Badak Sumatra (*Decerorhinus sumatrensis*)
10) Tapir (*Tapirus indicus*)
11) Banteng (*Bossonaicus*)
12) Komodo (*Varanus komodoensis*)
13) Cendrawasih (*Paradisaea minor*)
14) Kakatua raja (*Probosciger aterrimus*)
15) Kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*)
16) Maleo (*Macrocephalon maleo*)
17) Kasuari (*Casuarius casuarius*)

Perlu Diketahui

Gajah merupakan hewan daratan terbesar di dunia, terdapat 2 species gajah di dunia, gajah Asia, gajah Afrika, dan gajah kerdil Malaysia. Gajah Afrika merupakan hewan daratan terbesar di dunia. Sepanjang 55 juta tahun terdapat 500 species gajah yang dikenal pasti dan hanya dua species yang kekal, yaitu gajah Asia dan gajah Afrika.



Sumber: Indonesian Heritage, Margasatwa, 2002

Gambar 9.3 Burung Cendrawasih

4. Tumbuhan dan Hewan Endemik di Indonesia

Indonesia memiliki banyak tumbuhan dan hewan endemik, artinya tumbuhan dan hewan itu hanya terdapat di wilayah Indonesia, dan tidak terdapat di negara lain.

a. Tumbuhan Endemik

Di negara kita terdapat bunga yang langka, yaitu bunga *Rafflesia arnoldi*. Anda dapat melihat bunga ini di Kebun Raya Bogor. Tumbuhan ini tidak terdapat di negara lain. Rafflesia merupakan jenis bunga yang sangat besar. Sungguh besar kekuasaan Tuhan, sepantasnyalah bila kita mensyukurinya.

Contoh tumbuhan endemik di Indonesia adalah seperti berikut.

1) Di Sumatra terdapat bunga bangkai (*Amorphophalus titanum),* bunga *Rafflesia arnoldi*.
2) Di Kalimantan terdapat anggrek hitam (*Coelogyne pandurata*), *Rafflesia borneesis*.
3) Di Jawa terdapat bunga *Rafflesia horsfilldi, Rafflesia patma, Rafflesia rochussenii.*
4) Di Nusa Tenggara terdapat kayu cendana (*Santalum album*).
5) Di Sulawesi terdapat kayu eboni (*Diospyros* spp).



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 9.4 Bunga Raflesia

6) Di Papua terdapat matoa (*Pometia pinnata*) dan sagu (*Metroxylon sagu*).

b. Hewan Endemik

Beberapa hewan endomik di Indonesia sebagai berikut.

1) Di Sumatra terdapat harimau sumatra (*Panthera tigris sumatrae*), orang utan (*Pongo pygmaeus abelli*) dan Siamang (*Hylobates syndactylus*).
2) Di Kalimantan terdapat kera belanda (*Nasalis larvatus*), burung rangkong (*Buceros rhinoceros*) dan orang utan (*Pongo pygmaeus pygmaeus*).
3) Di Jawa terdapat macan tutul jawa (*Panthera pardus*), banteng (*Bos javanicus*) dan badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*).
4) Di Nusa Tenggara/Pulau Komodo terdapat komodo (*Varanus komodoensis*).
5) Di Sulawesi terdapat babirusa (*Babyrousa babyrussa*), anoa (*Bubalus depressicornis*) dan burung maleo (*Macrocephalon maleo*).
6) Di Papua terdapat burung cendrawasih (*Paradisaea minor*) dan buaya irian (*Crocodylus porosus*).

B PERANAN KEANEKARAGAMAN HAYATI DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Di muka bumi ini, tidak ada satu pun makhluk hidup yang bisa hidup sendiri, termasuk manusia. Dalam hidupnya, manusia selalu membutuhkan makhluk hidup lain, misalnya manusia akan membutuhkan pasangan hidup dari jenisnya, manusia juga sangat membutuhkan tumbuhan dan hewan sebagai sumber makanan atau bahan tempat tinggalnya, dan masih banyak peranan tumbuhan dan hewan bagi kehidupan manusia. Coba Anda sebutkan!

Beraneka ragam jenis tumbuhan dan hewan mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia, antara lain, sebagai sumber pangan, sumber sandang, bahan bangunan untuk tempat tinggal, sumber pendapatan, sumber plasma nutfah, sumber bahan obat-obatan, sumber keilmuan, dan keindahan.

1. Sumber Pangan

Setiap hari kita membutuhkan makanan dan minuman agar kita memperoleh energi untuk aktivitas hidup kita. Manusia tidak dapat membuat makanannya sendiri. Manusia memperoleh makanan dari makhluk hidup lain, yaitu tumbuhan dan hewan. Sumber bahan makanan dari berbagai jenis tumbuhan dan hewan yang dimanfaatkan manusia di antaranya sebagai berikut.

a. Bahan makanan yang berfungsi sebagai makanan pokok, misalnya padi, jagung, gandum, sagu, umbi, singkong, dan talas.
b. Bahan makanan yang berfungsi sebagai lauk-pauk, misalnya ikan, ayam, sapi, kambing, dan udang.
c. Bahan makanan yang berfungsi sebagai sayuran, seperti bayam, kangkung, kubis, sawi, tomat, wortel, buncis, dan jagung.
d. Bahan yang makanan berfungsi sebagai buah-buahan, misalnya mangga, apel, durian, rambutan, stroberi, kelengkeng, dan anggur.

2. Sumber Sandang

Manusia hidup selalu membutuhkan pakaian, walaupun pakaian yang dikenakan penduduk di dunia memiliki bentuk, model, dan bahan yang berbeda-beda. Dari manakah asal bahan pembuat pakaian yang Anda kenakan pada saat ini? Bahan pakaian yang dimanfaatkan manusia antara lain berasal dari berbagai jenis tumbuhan atau hewan, misalnya kapas, pisang abaka, ulat sutera, bulu dan biri-biri.

3. Sumber Bahan Bangunan dan Alat-Alat Rumah Tangga

Coba amati pintu atau jendela serta beberapa perabotan di rumah Anda! Sebagian besar komponen barang-barang itu terbuat dari bahan besi, plastik, atau kayu. Bahan kayu berasal dari tumbuh-tumbuhan. Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bangunan dan alat-alat rumah tangga antara lain jati, mahoni, sonokeling, bangkirai, sengon, kruing, ulin, kelapa, dan bambu.

4. Sumber Pendapatan

Saat ini banyak orang yang berwirausaha dengan mengembangkan usaha di bidang keanekaragaman hayati, baik hewan maupun tumbuhan. Berbagai hewan dikembangkan manusia sebagai sumber pendapatan, misalnya dengan memelihara ayam petelur, pedaging, sapi perah, usaha perikanan air tawar, dan sebagainya. Selain hewan, banyak pula orang yang menggantungkan sumber pendapatannya dari usaha pembudidayaan tanaman, seperti tanaman buah-buahan, sayuran, tanaman hias, tanaman perkebunan, dan lain-lain.

Selain itu, keanekaragaman hayati yang tinggi dapat pula dijadikan masyarakat sebagai sumber pendapatan misalnya sebagai bahan bangunan dan alat-alat rumah tangga, bahan baku industri, dan rempah-rempah. Sumber pendapatan manusia misalnya jati dan mahoni dapat dijadikan sebagai bahan baku industri ukir; teh dan kopi sebagai bahan baku industri minuman; kenanga dan nilam sebagai bahan baku industri minyak wangi; rempah-rempah sebagai bahan baku industri makanan; dan sebagainya.

5. Sumber Plasma Nutfah

Plasma nutfah atau sering disebut gen merupakan substansi atau sumber sifat keturunan makhluk hidup yang dapat dimanfaatkan untuk menciptakan jenis unggul baru. Di Indonesia terdapat keanekaragaman hayati yang tinggi, di antaranya banyak jenis tumbuhan maupun hewan yang memiliki sifat-sifat unggul seperti perakarannya kuat, tahan terhadap hama dan penyakit, tahan terhadap kekeringan, maupun tahan terhadap air asin.

6. Sumber Keilmuan

Telah disebutkan sebelumnya bahwa kehidupan manusia sangat tergantung dari tumbuhan dan hewan. Tumbuhan dikembangkan manusia melalui usaha pertanian, sedangkan hewan dikembangkan melalui kegiatan peternakan. Salah satu cara yang dilakukan manusia untuk meningkatkan hasil pertanian adalah dengan mengupayakan perkembangbiakan secara vegetatif

buatan seperti mencangkok, menempel, menyambung, merunduk, dan stek. Coba Anda ingat kembali tentang perkembangbiakan tumbuhan yang sudah Anda pelajari di SMP/MTs!

Jika kita ingin mencangkok suatu tanaman, terlebih dahulu kita harus menguasai ilmu pengetahuan tentang morfologi dan anatomi tumbuhan karena tidak semua jenis tanaman dapat dicangkok. Ciri-ciri tanaman yang bisa dicangkok antara lain batang berkambium, kuat, bagus, subur, dan tidak terserang penyakit. Percabangan yang akan dicangkok harus lurus dan tegak serta idealnya memiliki garis tengah sekitar 2–3 cm. Kelebihan mengembangbiakkan tanaman dengan cara mencangkok yaitu menghasilkan keturunan yang mempunyai sifat sama dengan sifat induknya, lebih cepat berproduksi, dan perkembangbiakannya tidak tergantung pada buah atau biji induknya.

Untuk mengetahui lebih jelas tentang cara-cara mencangkok, lakukan Kegiatan Kelompok berikut!

KEGIATAN KELOMPOK 2

Tujuan : Mengetahui cara mencangkok tanaman

Alat dan Bahan :

1. Pisau
2. Tanaman mangga yang sudah cukup tua
3. Tanah secukupnya
4. Polibag

Cara Kerja :

1. Carilah tanaman mangga yang sudah tua.
2. Pilihlah cabang yang lurus dan tegak, berdiameter 2-3 cm.
3. Buatlah dua irisan melingkar yang jaraknya sekitar 5 cm.
4. Buanglah kulit luarnya dan bersihkan kulit arinya.
5. Kemudian berilah tanah secukupnya dan bungkuslah dengan polibag.
6. Diamkan selama 3 sampai 4 bulan.
7. Apabila sudah berakar banyak potonglah, kemudian tanamlah dalam pot atau langsung di dalam pot.

7. Sumber Bahan Obat-Obatan

Telah kita ketahui bersama, bahwa Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Manfaat tumbuhan dan hewan telah dijelaskan pada uraian sebelumnya. Selain manfaat-manfaat itu, tanaman dan hewan juga dapat dijadikan sebagai sumber bahan obat-obatan tradisional. Banyak

jenis tumbuhan dan hewan yang dapat dijadikan bahan obat-obatan seperti jahe, kencur, temulawak, temu giring, adas, sirih, mengkudu, remujung, tempuyung, mahkota dewa, buah merah, dan sebagainya. Contoh pemanfaatan tumbuhan dan hewan sebagai obat-obatan adalah sebagai berikut.

a. Buah mengkudu (pace) diketahui berkhasiat untuk mencegah dan mengobati penyakit tekanan darah tinggi, diabetes, dan penyakit lainnya.
b. Remujung dan tempuyung diketahui berkhasiat untuk menghancurkan batu ginjal.
c. Cacing tanah berkhasiat untuk mengobati penyakit tipus.

Coba Anda sebutkan beberapa tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bahan obat-obatan! Carilah informasi tentang hal ini dari buku, majalah, koran, bahkan bisa pula dari internet.

8. Sumber Keindahan

Pernahkah Anda melihat tanaman hias, seperti anggrek, mawar, aneka jenis bonsai, serta yang saat ini banyak digemari adalah tanaman gelombang cinta dan anturium. Tanaman-tanaman tersebut dimanfaatkan sebagai hiasan karena dapat menjadikan pemandangan sekitar terlihat indah dan asri.

Selain tanaman yang dapat dimanfaatkan keindahannya, hewan pun dapat dimanfaatkan pula untuk keindahan. Hewan yang dapat dimanfaatkan keindahannya misalnya burung beo dapat dinikmati keindahan suaranya dan burung merak serta burung cendrawasih dinikmati keindahan warna tubuhnya.

C PERANAN MANUSIA TERHADAP KEANEKARAGAMAN HAYATI

Keanekaragaman hayati yang ada di permukaan bumi ini bukanlah sesuatu yang bersifat kekal, artinya setiap saat dapat mengalami perubahan, terutama dalam hal jumlahnya. Dalam kenyataannya, keanekaragaman hayati di negara kita mengalami perubahan yang cenderung berkurang dan mungkin pada suatu ketika tinggal memiliki beberapa jenis tumbuhan atau hewan saja.

Perubahan keanekaragaman hayati sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, bencana alam, maupun seleksi alam. Apabila aktivitas manusia dapat menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati disebut merugikan, sebaliknya jika aktivitas manusia dapat meningkatkan keanekaragaman hayati disebut menguntungkan.

1. Aktivitas Manusia yang Merugikan Keanekaragaman Hayati

Jumlah keanekaragaman hayati akan terus berkurang disebabkan oleh aktivitas manusia yang bersifat merugikan, misalnya pembukaan hutan, pengurukan lahan basah, pertambangan, pencemaran lingkungan, dan seleksi alam.

a. Pembukaan Hutan

Sering kita memperoleh informasi dari membaca koran atau menonton televisi, bahwa setiap musim kemarau, khususnya di luar Jawa, banyak hutan ditebang atau sengaja dibakar oleh manusia. Penebangan atau pembakaran hutan banyak dilakukan manusia untuk diambil kayunya, membuka lahan perkebunan, membuat lahan pemukiman, maupun untuk lahan budi daya.

Penebangan atau pembakaran hutan menyebabkan hilangnya atau musnahnya keberadaan tempat hidup berbagai jenis tumbuhan dan hewan di tempat itu. Tempat tinggal mereka menjadi rusak atau musnah, akibatnya, banyak hewan pindah dan menyerbu pemukiman penduduk hanya untuk memperoleh makanan. Bila keadaan ini terjadi dalam waktu yang lama akan menyebabkan punahnya tumbuhan dan hewan serta habitat yang berubah.

b. Pengurukan Lahan Basah

Pengurukan lahan basah biasanya dilakukan dengan mengalihfungsikan lahan sawah atau rawa menjadi lahan pemukiman atau menjadi kompleks perdagangan. Alih fungsi lahan menyebabkan hilangnya berbagai jenis makhluk hidup yang semula menempati lahan basah tersebut. Keadaan tersebut akan lebih parah apabila terjadi pengurukan lahan sawah, karena menyebabkan berkurangnya ketersediaan sumber bahan pangan bagi kehidupan manusia.

c. Usaha Pertambangan

Usaha pertambangan seperti ekplorasi emas, minyak, dan gas bumi yang mencakup areal luas, selain menghilangkan habitat berbagai jenis makhluk hidup juga merusak lapisan tanah di lokasi penambangan karena menghasilkan limbah berbahaya yang dapat mencemari lingkungan. Pertambangan emas, selain menghasilkan emas juga menghasilkan limbah merkuri yang dapat merusak lingkungan.

d. Pencemaran lingkungan

Banyak aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, seperti kegiatan pertambangan dan usaha pertanian yang banyak menggunakan pestisida berbahan kimia. Kegiatan-kegiatan itu dapat menyebabkan pencemaran udara, tanah, bahkan air. Contoh pestisida kimia sebenarnya merupakan racun. Selain dapat memberantas hama atau penyakit pada tanaman, dapat pula menyebabkan kematian berbagai jenis makhluk hidup yang ada di lingkungan tersebut. Penggunaan apotas untuk meracuni ikan di sungai dapat mencemari lingkungan, selain mematikan ikan juga mematikan berbagai jenis makhluk hidup seperti udang dan katak serta dapat merusak lingkungan sekitarnya.

e. Seleksi

Dewasa ini kebanyakan orang selalu menyeleksi dan memilih bibit varietas unggul yang akan ditanam atau menyeleksi sebelum mengawinkan hewan ternaknya. Jika hal itu terus terjadi, lama-kelamaan jenis yang tidak unggul akan semakin berkurang dan akhirnya punah. Saat ini sebagian besar petani menanam padi verietas unggul seperti fatmawati, IR 64 sedangkan jenis lokal sudah ditinggalkan dan sulit ditemukan seperti cisadane, mentik, bogowonto, dan sebagainya.

2. Aktivitas Manusia yang Menguntungkan Keanekaragaman Hayati

Aktivitas manusia yang menguntungkan keanekaragaman hayati adalah kegiatan manusia yang dapat meningkatkan jumlah keanekaragaman hayati, seperti penghijauan, penangkaran, perkawinan silang, dan perlindungan alam.

a. Penghijauan

Penghijauan (*reboisasi*) merupakan kegiatan manusia untuk menanam kembali pada lahan atau hutan yang telah gundul akibat penebangan atau pembakaran hutan. Reboisasi bertujuan untuk mengembalikan kondisi lahan atau hutan yang telah rusak, sehingga diharapkan akan muncul suatu lingkungan baru yang dapat dijadikan tempat tinggal berbagai jenis organisme baru. Tanaman yang ditanam dalam usaha penghijauan biasanya adalah tanaman yang cepat tumbuh seperti sengon dan lamtoro.

b. Penangkaran

Penangkaran merupakan suatu kegiatan mengembangbiakkan tumbuhan dan hewan dengan cara yang terkontrol. Kegiatan tersebut bertujuan untuk meningkatkan jumlah tumbuhan dan hewan agar tidak punah.

Di Taman Nasional Way Kambas terdapat penangkaran gajah sumatra, hasil penangkaran tersebut kemudian dilepas kembali ke habitat asalnya sehingga populasi hewan itu akan meningkat.

c. Perkawinan Silang

Perkawinan silang merupakan usaha melakukan perkembangbiakan secara silang terhadap tumbuhan dan hewan sejenis dengan sifat berbeda dan akan dihasilkan keturunan baru yang berbeda dengan sifat induknya.

Perkawinan silang bertujuan untuk menambah jumlah keanekaragaman hayati yang ada, contoh tanaman anggrek bunga merah yang disilangkan dengan tanaman anggrek berbunga putih menghasilkan keturunan anggrek bunga merah bergaris putih yang menambah jumlah keanekaragaman tanaman tersebut.

d. Perlindungan Alam

Perlindungan alam merupakan suatu usaha untuk menjaga kelestarian tumbuhan dan hewan, termasuk air dan tanah. Perlindungan alam bertujuan untuk mempertahankan kelestarian habitat suatu ekosistem di muka bumi. Usaha pelestarian alam ada dua macam, yaitu sebagai berikut.

1) Pelestarian *insitu*, yaitu usaha pelestarian tumbuhan dan hewan yang dilakukan di habitat aslinya. Contohnya hutan lindung, hutan wisata, taman nasional, dan taman wisata.
2) Pelestarian *exsitu*, merupakan kebalikan dari pelestarian insitu, yaitu usaha pelestarian dengan cara memindahkan tumbuhan dan hewan dari habitat aslinya ke tempat lain. Contohnya kebun raya, kebun binatang, kebun koleksi, kebun botani, dan taman laut.

D KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM HAYATI DAN EKOSISTEMNYA

Konservasi sumber daya alam hayati adalah pengolahan sumber daya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya.

Perlu Anda ketahui konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya berasaskan pelestarian dan pemanfaatan sumber daya alam hayati dan ekosistemnya secara serasi dan seimbang. Tujuannya adalah mengusahakan terwujudnya kelestarian sumber daya alam hayati keseimbangan ekosistemnya sehingga dapat lebih mendukung upaya peningkatan keseimbangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mutu kehidupan.

Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya menjadi tanggung jawab pemerintah serta masyarakat. Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya dilakukan melalui beberapa kegiatan, yaitu perlindungan sistem penyangga kehidupan yang merupakan satu proses alami berbagai unsur hayati dan nonhayati yang menjamin kelangsungan kehidupan makhluk, pelestarian keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya.

Berikut ini beberapa lokasi sumber daya alam hayati di Indonesia yang telah diresmikan oleh pemerintah:

1. Hutan Lindung

Hutan lindung adalah kawasan hutan alam yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah *intrusi* air laut, dan memelihara keseburan tanah. Hutan lindung bisa dalam bentuk cagar alam, taman nasional, suaka margasatwa, taman hutan raya, hutan wisata, dan wanawisata.

a. Cagar Alam

Cagar alam adalah kawasan suaka alam yang karena keadaan alamnya mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya atau ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Di tempat ini dapat dilakukan kegiatan untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, dan kegiatan lainnya yang menunjang budidaya. Contoh Cagar Alam Gunung Salak, Cagar Alam Pengandaran, Cagar Alam Ujung Kulon.

b. Taman Nasional

Taman nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya pariwisata, dan rekreasi.

Penyebaran taman nasional Indonesia, antara lain seperti berikut.

1) **Di Kalimantan,** terdapat Taman Nasional Tanjung Puting yang terletak di Kalimantan Barat dan Timur, Kalimantan Tengah yang topografinya berupa dataran rendah berawa-rawa dan beriklim basah. Taman nasional tersebut dijadikan sebagai tempat rehabilitasi orang utan, yaitu mempersiapkan orang utan sebelum dilepas ke habitat aslinya dan beberapa jenis hewan liar yang dilindungi antara lain orang utan, kucing

hutan, muncak, musang, lutung merah dan kancil. Beberapa jenis tumbuhan yang dilindungi antara lain durian dan glutarenghas (tanaman mengandung getah yang dapat merusak saraf).

2) **Di Sumatra,** terdapat beberapa taman nasional berikut.

(a) Gunung Leuser, terletak di Provinsi Sumatra Utara dan DI Aceh, terdapat:

(1) Beberapa jenis tumbuhan seperti kayu meranti, kruing, dan kamper.

(2) Beberapa tanaman langka seperti *Rafflesia arnoldi* dan *Jahannesteisjmannia altrifrons*, yaitu tanaman sejenis palem.

(3) Beberapa buah-buahan seperti durian hutan (*Durio exyleyanus*), jeruk hutan (*Citrus macroptera)*, menteng (*Baccaurea rasemosa)*, rukem (*Flacuortia*) dan buah limus (*Mangifera foetida*)

(4) Beberapa jenis hewan seperti harimau sumatra, badak sumatra, orang utan sumatra, gajah, beruang, burung kuda, macan akar, tapir, kambing sumba, dan itik liar.

(b) Kerinci Seblat, terletak membentang di Provinsi Sumatra Barat, Sumatra Selatan, Jambi dan Bengkulu, terdapat

(1) Beberapa jenis tumbuhan seperti kayu meranti, kruing, dan kapur.

(2) Beberapa tanaman langka seperti bunga bangkai *Amorphophallus titanium, Rafflesia arnoldi*, anggrek (*Bilbophyllum* sp. dan *Dendrobium* sp.), palem (*Livistona altissima*), pasang (*Quercus*) dan kismis (*Podocarpus* sp.).

(3) Beberapa jenis hewan seperti gajah, harimau sumatra, kumbang sumatra, badak sumatra, tapir, babi batang, siamang, kera ekor panjang, simpoi bangka, ungko, kelinci hutan, tikus hutan, kancil, rusa, muncak, berang-berang, dan landak.

(c) Bukit Barisan Selatan, terletak membentang dari ujung selatan provinsi Bengkulu sampai ujung selatan Provinsi Lampung, terdapat:

(1) Beberapa jenis tumbuhan seperti kayu meranti, kruing, damar, pengarawang, pasang, bayur, cemara gunung, kemiri, mengkudu, serta bunga bangkai *Rafflesia arnoldi*.

(2) Beberapa jenis hewan Mamalia seperti harimau sumatra, macan tutul, badak sumatra, gajah, beruang madu, kerbau liar, owa, rusa, kijang, tapir, babi, kambing hutan, ajak, trenggiling, dan landak. Beberapa jenis burung seperti bangau putih, bangau tong-tong, dara laut, angsa laut, rangkong, dan raja udang serta jenis hewan reptilia seperti ular sanca.

3) **Di Jawa,** terdapat beberapa taman nasional sebagai berikut.
 (a) Ujung Kulon, terletak di ujung paling barat Pulau Jawa, merupakan hutan dataran rendah yang memiliki hewan-hewan terancam punah seperti badak bercula satu, harimau loreng, banteng, owa jawa, dan surili.
 (b) Gunung Gede Pangrango, terletak di Provinsi Jawa Barat, tepatnya di Kabupaten Bogor, Cianjur, dan Sukabumi, merupakan hutan hujan tropik pegunungan. Taman nasional tersebut berupa hutan submontane, hutan montane, dan subalpine yang memiliki iklim lembab sehingga didominasi tumbuhan sejenis paku-pakuan seperti *Gleischenia*, *Gaulthensia*, *Hymmenophyllaceae* dan semak *Rhododendron* serta terdapat pohon rasamala raksasa (*Altingia exelsa*), tinggi pohon ini bisa mencapai 60 m maupun bunga abadi (*Anaphalis javanica*) yang tak pernah layu. Terdapat owa jawa yang merupakan hewan endemik, lutung, macan tutul, kera, dan surili
 (c) Kepulauan Seribu, terletak di Kepulauan Seribu. Ekosistem yang dilindungi berupa terumbu karang yang unik.
 (d) Bromo-Tengger-Semeru, terletak di Probolinggo, Malang, Pasuruan, dan Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Di tempat tersebut terdapat jenis tumbuhan spesifik yaitu cemara gunung dan beberapa jenis hewan, antara lain macan tutul, ajak, kera, babi hutan, rusa, kijang, dan ayam hutan/alas.
 (e) Meru Betiri, terletak di Jember Selatan, Jawa Timur. Di sini terdapat beberapa jenis hewan yang dilindungi seperti harimau loreng jawa, kancil, kijang, rangkong, merak, penyu karet, dan penyu blimbing serta terdapat jenis tumbuhan seperti *Balanophora fungosa* dan *Rafflesia zollingeri*.
 (f) Baluran, terletak di ujung timur Pulau Jawa, merupakan ekosistem dataran rendah kering yang mempunyai musim kering antara 4–9 bulan. Beberapa jenis tumbuhan yang dilindungi tahan terhadap panas, antara lain asam, widoro, kemloko, kesambi, kemiri, wungur, klampis, nimban, laban, dan talok.
4) **Di Bali,** terdapat Taman Nasional Bali Barat, terletak di Kabupaten Buleleng dan Jimbaran yang merupakan habitat hutan alam murni sawo kecik, *Manilkara kauki*, serta terdapat jenis hewan khas yang hampir punah, yaitu jalak bali putih. Beberapa jenis hewan lain yang dilindungi, antara lain kera hitam, menjangan, muncak, landak, trenggiling, ayam hutan, kepodang, pelatuk, dan penyu.
5) **Di Nusa Tenggara,** terdapat Taman Nasional Komodo, terletak di Pulau Komodo, Gilimotong, Podan, dan Rinca di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kawasan tersebut beriklim muson dan kering, terdapat satu-

satunya hewan purba yang masih hidup di dunia, yaitu komodo. Beberapa jenis tumbuhan yang dilindungi, antara lain kayu hitam (*Diospyros javanica*) dan bayur (*Pterospermum diversifolium*).

6) **Di Sulawesi,** terdapat Taman Nasional Lore Lindu yang terletak di kota Palu, Sulawesi Tengah yang didominasi tanaman rotan (*Calamus* sp.) dan pinang (*Pinanga* sp.). Beberapa jenis hewan yang dilindungi antara lain anoa dan bajing.

c. Suaka Margasatwa

Suaka Margasatwa adalah kawasan suaka alam yang mempunyai ciri khas berupa keanekaragaman dan atau keunikan jenis satwa yang untuk kelangsungan hidupnya dapat dilakukan pembinaan terhadap habitatnya. Di tempat ini dapat dilakukan kegiatan untuk pemeliharaan dan pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, dan kegiatan lainnya yang menunjang budidaya.

d. Taman Hutan Raya

Taman hutan raya adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan atau satwa yang alami atau buatan, jenis asli dan atau bukan asli yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi.

e. Hutan Wisata

Hutan wisata merupakan kawasan hutan dengan kondisi wilayahnya yang dipertahankan sebagai hutan. Tujuan mempertahankan kelestarian hutan wisata selain sebagai konservasi tanah dan ilmu pengetahuan juga sebagai objek wisata. Contoh hutan bakau di Cilacap.

f. Winawisata

Wanawisata merupakan kawasan hutan produksi yang dimanfaatkan sebagai objek wisata. Wanawisata bertujuan selain sebagai konservasi lahan dan hasil hutannya, juga sebagai pendukung objek wisata lain. Contoh Wanawisata Kedung Ombo di Jawa Tengah.

2. Kawasan Suaka Alam Laut dan Perikanan

Lautan adalah daerah yang mewakili ekosistem khas di lautan maupun perairan lainnya yang merupakan habitat alami yang memberikan tempat maupun perlindungan bagi perkembangan keanekaragaman tumbuhan dan satwa yang ada. Contoh Taman Laut Bunaken di Sulawesi Utara.

3. Kebun Raya

Kebun raya merupakan kumpulan tumbuh-tumbuhan yang ditanam hidup di suatu tempat yang berasal dari berbagai daerah. Keberadaan kebun raya bertujuan untuk pendidikan, ilmu pengetahuan, konservasi lahan, dan sekaligus sebagai objek wisata. Contoh Kebun Raya Bogor di Jawa Barat, Kebun Raya Purwodadi di Jawa Timur.

TUGAS INDIVIDU

Setelah Anda mempelajari dan memahami yang dimaksud hutan lindung dan hutan wisata, selanjutnya jelaskan persamaan dari kedua jenis hutan ini. Carilah sumber-sumber, ataupun informasi yang relevan dengan masalah ini, bisa dari buku, majalah, surat kabar bahkan internet! Kerjakan di buku tugas Anda!

E TINGKAT KEANEKARAGAMAN HAYATI

Coba perhatikan keanekaragaman hayati di Indonesia, misalnya jenis harimau di Sumatra akan berbeda dengan jenis harimau di Jawa atau di tempat lain. Walaupun di kedua wilayah tersebut sama-sama terdapat harimau loreng, namun jenisnya berbeda baik bentuk, ukuran tubuh, maupun warna bulunya. Mengapa kedua jenis harimau yang berasal dari tempat yang berbeda dapat memiliki bentuk, ukuran, dan warna beragam?

Terjadinya keragaman harimau tersebut dapat disebabkan oleh faktor keturunan (genetik) maupun faktor lingkungan. Faktor keturunan merupakan sifat bawaan (gen) yang diwariskan dari induk pada keturunan yang jenisnya dapat beragam, sedangkan faktor lingkungan merupakan hubungan timbal balik (*interaksi*) antara makhluk hidup (*biotik*) dengan lingkungan tak hidup (*abiotik*). Lingkungan sekitar makhluk hidup terdiri atas komponen fisik (seperti sinar matahari, suhu, iklim, udara, kelembapan, air dan tanah) dan komponen kimia (seperti kandungan mineral, keasaman, dan salinitas).

Dari uraian di atas, dapat kita simpulkan bahwa keanekaragaman hayati dapat dibedakan menjadi tiga tingkat, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Tingkat Keanekaragaman Gen

Coba ingat kembali pelajaran di SMP/MTs mengenai genetika, apa yang dimaksud gen? Gen merupakan benang-benang kromosom (pembawa sifat) yang terletak di dalam inti sel makhluk hidup. Apakah setiap gen tersusun

oleh benang-benang kromosom yang sama? Gen yang dimiliki oleh setiap makhluk hidup mengandung perangkat benang-benang kromosom (pembawa sifat) yang sama, tetapi berbeda susunannya. Adanya keragaman susunan benang-benang kromosom gen pada setiap jenis makhluk hidup akan memberikan tampilan, baik bentuk, ukuran, dan warna yang belum tentu sama.

Makhluk hidup di muka bumi ini meskipun termasuk species yang sama, namun tidak ada satu pun individu yang persis sama dengan individu lain sehingga terbentuklah variasi gen. Variasi gen tidak hanya terjadi pada species yang sama, tetapi juga terjadi antarspecies. Untuk membuktikan bahwa terdapat variasi dalam satu species pada makhluk hidup, lakukanlah kegiatan berikut ini!

TUGAS INDIVIDU

Kerjakan tugas berikut!

1. Lakukan pengamatan terhadap 10 orang teman di kelas Anda!
2. Amati ciri-ciri morfologi seperti:
 a. tinggi dan berat badan;
 b. jenis rambut;
 c. bentuk muka dan badan;
 d. warna kulit.
3. Identifikasikan hasil pengamatan Anda dan diskusikan bersama teman-teman sekelas!
4. Catatlah kesimpulan dari kegiatan ini!

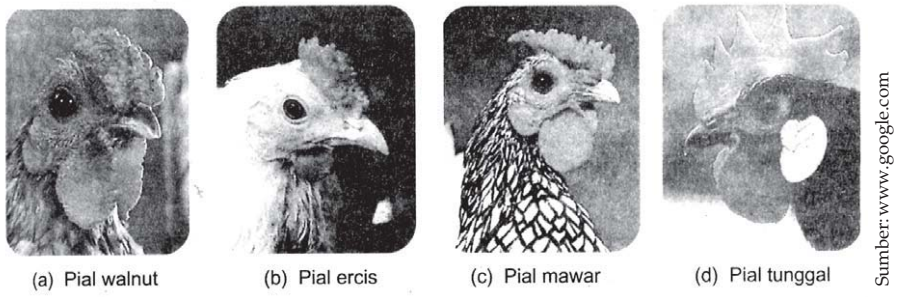
Dari hasil kegiatan itu dapat diketahui bahwa ternyata terdapat variasi sifat-sifat bawaan pada setiap jenis makhluk hidup yang ditentukan oleh gen dan disebut *genotipe*. Selain keanekaragaman makhluk hidup ditentukan oleh keanekaragaman gen pembawa sifat (*genotipe*) juga dipengaruhi oleh keanekaragaman lingkungannya (*fenotipe*).

a. Keanekaragaman Genotipe

Genotipe dapat berubah karena perkawinan atau persilangan. Contoh, di dalam satu keluarga terdapat anak-anak yang memiliki sifat berbeda dengan orang tuanya, misalnya ada anak yang bertubuh tinggi kekar, ada yang pendek, ada yang berkumis dan ada yang tidak, ada yang berambut kriting dan ada yang lurus, ada yang berkulit putih dan ada yang sawo matang, ada yang pandai ada yang tidak. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa dalam satu keluarga memiliki gen banyak dengan susunan yang

beragam. Contoh yang lain, jika terjadi perkawinan atau persilangan antara dua jenis ayam dan terjadi percampuran gen, maka keturunannya akan mempunyai susunan gen baru.

Makin banyak jenis gen yang terdapat dalam satu species, makin banyak pula variasi dalam species tersebut. Contohnya, pada beberapa bentuk pial (jengger) ayam dalam species yang sama. Coba Anda ingat kembali beberapa bentuk pial ayam! Beberapa bentuk pial ayam, antara lain pial mawar, pial ercis, pial walnut, dan pial tunggal. Semua pial tersebut dimiliki oleh species ayam yang sama, yaitu ayam *Gallus* sp. seperti tampak pada Gambar 9.5 di bawah ini.



Gambar 9.5 Macam-macam bentuk pial

b. Keanekaragaman Fenotipe

Meskipun sifat genotipe dua individu sama, tetapi bila berada di lingkungan yang berbeda, maka sifat yang muncul pada individu belum tentu sama. Perpaduan antara genotipe dengan lingkungannya akan menghasilkan sifat yang tampak dari luar disebut *fenotipe*. Contoh, jika apel Batu yang terkenal memiliki ukuran buah besar dan berasa manis dicangkok kemudian ditanam di Malang yang letaknya lebih rendah dari kota Batu, maka akan memunculkan fenotipe yang berbeda. Apel yang dicangkok secara genotipe sama dengan tanaman induknya. Namun, karena lingkungan kota Batu berbeda dengan kota Malang, maka muncul tanaman apel yang ukuran buahnya lebih kecil dan rasanya lebih masam.

Anda dapat mengetahui, meskipun dari gen yang sama dapat menampakkan sifat fenotipe berbeda karena lingkungan kota Batu berbeda dengan lingkungan kota Malang. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa dua makhluk hidup yang memiliki susunan gen sama belum tentu memiliki fenotipe yang sama.

2. Tingkat Keanekaragaman Jenis

Anggota suatu jenis makhluk hidup dapat melakukan perkawinan hanya dengan sesama anggota jenisnya dan menghasilkan keturunan yang subur. Keturunan tersebut selanjutnya melakukan perkawinan dan meng-

hasilkan keturunan lagi, begitu seterusnya. Perkawinan juga dapat terjadi antarspecies, tetapi tidak secara alami misalnya, perkawinan antara keledai dan kuda, perkawinan tersebut tidak bisa terjadi secara alami karena harus ada campur tangan manusia. Meskipun kedua hewan antarspecies tersebut mampu berkembang biak bersama dan menghasilkan keturunan baru (bagal), tetapi tidak mampu berkembang biak lagi (steril).

Perkawinan tidak bisa terjadi pada dua species yang berbeda, walaupun kedua species itu nyaris sama (serupa). Contohnya, kelinci dan trewelu, walaupun kedua species itu serupa tetapi tidak dapat melakukan perkawinan karena merupakan species yang berbeda. Coba carilah perbedaan antara kelinci dan truwelu!

3. Tingkat Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem merupakan hubungan timbal balik (interaksi) antara komponen biotik dengan komponen abiotik. Komponen biotik meliputi semua makhluk hidup (tumbuhan, hewan, dan manusia) yang tinggal di suatu lingkungan, adapun komponen abiotik meliputi lingkungan fisik dan kimia di sekitar makhluk hidup. Lingkungan fisik terdiri atas sinar matahari, iklim, cuaca, suhu, udara, angin, kelembapan, air, dan tanah sedangkan lingkungan kimia terdiri atas kandungan mineral, kandungan keasaman, dan salinitas.

Komponen penyusun ekosistem sangat beragam sehingga interaksi antarkomponen biotik maupun interaksi komponen biotik dengan abiotik beragam pula. Keragaman interaksi komponen penyusun ekosistem tersebut akan membentuk keanekaragaman ekosistem. Contoh keanekaragaman ekosistem adalah ekosistem sungai, ekosistem danau, ekosistem laut, ekosistem hutan bakau, ekosistem hutan hujan tropik, ekosistem padang rumput, dan ekosistem padang pasir.

Masing-masing ekosistem memiliki ciri fisik, kimia, maupun biologis tersendiri, sehingga flora dan fauna yang terdapat di dalam suatu ekosistem tertentu tidak akan sama dengan ekosistem lainnya. Misalnya, flora dan fauna ekosistem hutan hujan tropik berbeda dengan ekosistem padang rumput, berbeda pula dengan ekosistem padang pasir.

TUGAS KELOMPOK

Setelah Anda mempelajari pelajaran di atas, buatlah makalah yang berkaitan dengan sumber daya alam hayati, misalnya tentang pemanfaatan, pengelolaan kelangkaan, pelestariannya, dan lain-lain. Carilah sumber-sumber informasi dari koran, buku, majalah, internet dan lain-lain. Bandingkanlah hasil Anda dengan kelompok lain, kemudian presentasikan di depan kelas!

RANGKUMAN

1. Keanekaragaman hayati merupakan bentuk/tampilan dari berbagai jenis makhluk hidup yang memiliki ciri tersendiri, meliputi jumlah, ukuran, bentuk, dan warna.
2. Indonesia terletak di daerah tropik yang berada di antara zona Oriental dan zona Australasia sehingga memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia.
3. Berbagai jenis tumbuhan dan hewan yang terdapat di zona Oriental (wilayah barat meliputi Kalimantan, Sumatra, dan Jawa) memiliki kemiripan dengan tumbuhan dan hewan yang berada di Benua Asia.
4. Berbagai jenis tumbuhan dan hewan di zona Australasia (wilayah timur Indonesia meliputi Maluku dan Papua) memiliki kemiripan dengan hewan dan tumbuhan yang berada di Benua Australia
5. Pada zona Peralihan (wilayah timur Indonesia, meliputi Sulawesi dan Nusa Tenggara) terdapat keanekaragaman hayati yang berasal dari zona Oriental dan zona Australasia.
6. Karena persebaran makhluk hidup di Indonesia berada pada zona Oriental dan zona Australasia serta zona Peralihan, sehingga keanekaragaman hayatinya memiliki berbagai jenis tumbuhan dan hewan langka atau endemik.
7. Keanekaragaman hayati memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia, antara lain sebagai sumber pangan, sandang, bahan bangunan, alat-alat rumah tangga, sumber pendapatan, sumber plasma nutfah, sumber keilmuan, sumber obat-obatan, serta sumber keindahan.
8. Dalam kenyataannya berbagai keanekaragaman hayati itu selalu mengalami perubahan. Perubahan ini terjadi karena kegiatan manusia yang dapat merugikan (jumlahnya cenderung berkurang) atau menguntungkan (jumlahnya bertambah).
9. Untuk menjaga atau melindungi kelestarian keberadaan keanekaragaman hayati, maka pemerintah melakukan konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistem, antara lain hutan lindung bisa dalam bentuk cagar alam, taman nasional, suaka margasatwa, taman hutan raya, hutan wisata, wanawisata. Selain itu pemerintah juga memberikan kawasan suaka alam laut dan perikanan serta hutan raya.
10. Keanekaragaman hayati dapat terjadi pada tingkat gen, tingkat jenis, maupun tingkat ekosistem.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Wilayah Indonesia memiliki keanekaragaman tertinggi di dunia, karena terletak di daerah tropik. Keanekaragaman itu dapat terlihat dari unsur-unsur berikut, *kecuali*
 a. makanan
 b. cara beradaptasi
 c. adanya flora dan fauna endemik
 d. cara berkembang biak
 e. cara penangkaran
2. Persebaran makhluk hidup di Indonesia terletak di antara persebaran makhluk hidup zona-zona di dunia, macam-macam zona persebaran makhluk hidup Indonesia antara lain seperti berikut, *kecuali*
 a. zona Neartik
 b. zona Oriental
 c. zona Australasia
 d. zona Peralihan
 e. zona Pasifik
3. Karena negara Indonesia terletak di daerah tropik, maka memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia berupa kekayaan jenis hutan dengan aneka ragam jenis hewannya. Negara lain yang juga memiliki keanekaragaman tertinggi di dunia selain Indonesia adalah
 a. Inggris
 b. Brasil
 c. Amerika
 d. Jerman
 e. India
4. Pada zona persebaran makhluk hidup di wilayah barat Indonesia terdapat jenis-jenis hewan yang sangat beragam, antara lain
 a. banteng
 b. komodo
 c. anoa
 d. kakaktua berjambul
 e. cendrawasih

5. Negara Indonesia yang terletak di antara zona-zona persebaran makhluk hidup di dunia memiliki banyak hewan langka, seperti
 a. oposum
 b. panda
 c. onta
 d. heina
 e. babi hutan
6. Suatu makhluk hidup baik hewan atau tumbuhan yang hanya dijumpai pada suatu wilayah tertentu dan tidak dijumpai di tempat lain disebut
 a. langka
 b. endemik
 c. unik
 d. peralihan
 e. punah
7. Beraneka ragam jenis makhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan memiliki peran yang sangat penting bagi kehidupan manusia, misalnya sebagai
 a. penghasil gas CO
 b. sumber plasma nutfah
 c. penghasil minyak bumi
 d. usaha pertambangan
 e. usaha perindustrian
8. Suatu usaha pelestarian dengan cara memindahkan makhluk hidup baik hewan atau tumbuhan dari habitat aslinya ke tempat lain disebut
 a. taman nasional
 b. kebun raya
 c. pelestarian exsitu
 d. pelestarian insitu
 e. cagar alam
9. Taman Nasional Kerinci Serblat yang terletak melintang di Pulau Sumatra memiliki beberapa jenis tumbuhan, antara lain
 a. jati
 b. sengon
 c. bangkirai
 d. kruing
 e. kelapa

10. Jika ada suatu makhluk hidup dari individu yang sama tetapi berada di lingkungan berbeda akan memunculkan individu yang belum tentu sama, keadaan ini disebut
 a. keanekaragaman fenotipe
 b. keanekaragaman genotipe
 c. tingkat keanekaragaman jenis
 d. tingkat keanekaragaman ekosistem
 e. adanya variasi individu

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Indonesia terkenal memiliki keanekaragaman hayati paling tinggi di dunia. Apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati? Jelaskan!
2. Persebaran makhluk hidup di Indonesia berada di antara zona Oriental dan zona Australasia. Sebutkan bagian-bagian wilayah di Indonesia yang berada di antara zona-zona tersebut!
3. Sebutkan beberapa jenis tumbuhan dan hewan asli Indonesia yang termasuk langka atau endemik, masing-masing lima jenis!
4. Sebutkan peranan keanekaragaman hayati terhadap kehidupan manusia!
5. Di manakah letak perbedaan antara konservasi hutan wisata dan wanawisata?
6. Bilamanakah kegiatan manusia dikatakan merugikan atau menguntungkan keberadaan keanekaragaman hayati?
7. Mengapa pencemaran lingkungan dapat merugikan keanekaragaman hayati? Jelaskan!
8. Apakah yang dimaksud pelestarian *exsitu*?
9. Bilamanakah suatu makhluk hidup dikatakan punah?
10. Apa yang dimaksud dengan konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistem? Jelaskan!

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Suatu saat Anda berwisata ke daerah dataran tinggi yang banyak terdapat tanaman apel yang berasa segar dan manis. Di tempat itu dijual pula bibit-bibit tanaman apel yang bisa dibeli oleh wisatawan, lalu Anda membeli bibit tanaman apel itu dan menanamnya di rumah Anda yang terletak di dataran rendah. Setelah beberapa tahun, akhirnya tanaman apel itu berbuah, namun buahnya kecil dan rasanya masam. Anda mungkin berpikir mengapa terdapat perbedaan rasa buah, sedangkan bibit tanaman yang Anda tanam sama.

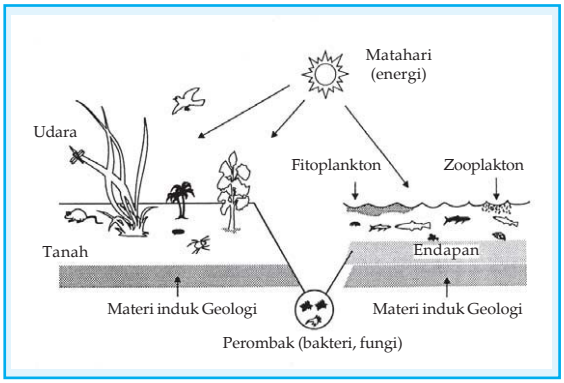
 Coba jelaskan permasalahan ini disertai dengan alasan yang tepat sesuai teori yang telah Anda pelajari!
2. Di negara kita terdapat berbagai jenis hewan dan tumbuhan endemik, di antaranya terdapat beberapa jenis yang hampir punah. Sebutkan hewan dan tumbuhan tersebut! Mengapa hal itu dapat terjadi? Jelaskan!
3. Manusialah yang paling banyak memanfaatkan keanekaragaman hayati. Bagaimana sebaiknya cara manusia memanfaatkan keanekaragaman hayati itu agar tidak punah?

BAB 10 EKOSISTEM

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini mempelajari tentang ekosistem. Dengan mempelajari materi ini, diharapkan Anda akan dapat mengerti dan memahami adanya interaksi antara komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik) dalam ekosistem atau dengan lingkungan.

Setiap makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Selain makhluk hidup (komponen biotik), di sekitar kita terdapat makhluk tak hidup (komponen abiotik) seperti cahaya, udara, air, tanah, dan sebagainya. Komponen biotik dan abiotik saling berinteraksi membentuk ekosistem. Perhatikan contoh ekosistem pada Gambar 10.1



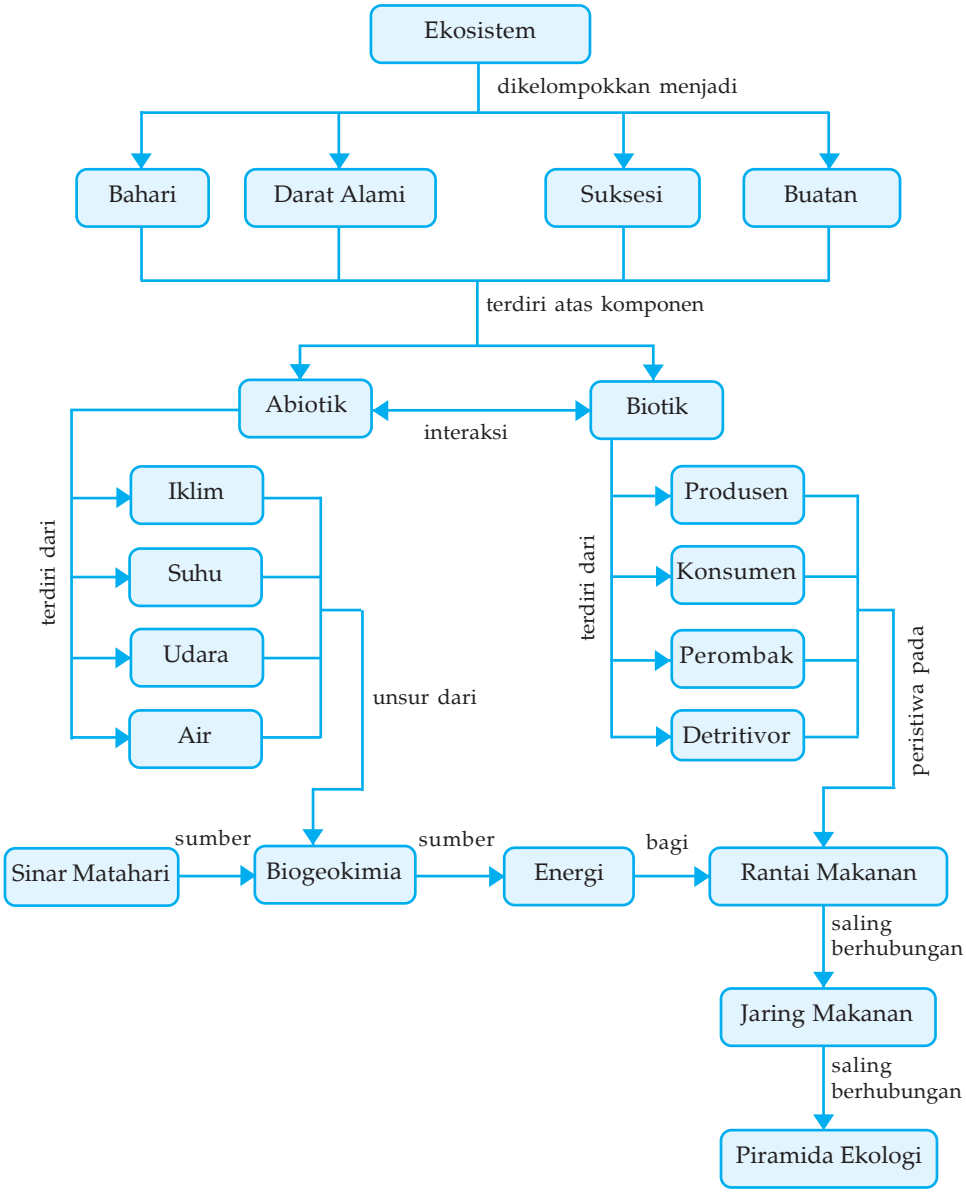
Sumber: Biologi 1 SMA Depdiknas, 2000.

Gambar 10.1 Ekosistem darat

Kata Kunci

- biotik
- abiotik
- interaksi
- aliran energi
- daur materi
- rantai makanan
- jaring-jaring makanan
- daur biogeokimia
- suksesi
- tipe-tipe ekosistem

PETA KONSEP


Ekosistem
dikelompokkan menjadi
Bahari
Darat Alami
Suksesi
Buatan
terdiri atas komponen
Abiotik
interaksi
Biotik
terdiri dari
Iklim
Suhu
Udara
Air
unsur dari
terdiri dari
Produsen
Konsumen
Perombak
Detritivor
peristiwa pada
sumber
Sinar Matahari
Biogeokimia
sumber
Energi
bagi
Rantai Makanan
saling berhubungan
Jaring Makanan
saling berhubungan
Piramida Ekologi

Pada Gambar 10.1 tampak tumbuhan, hewan, matahari, dan tanah. Cobalah ingat kembali bahwa hewan saat bernapas mengeluarkan gas karbon dioksida, sedangkan untuk mempertahankan hidupnya, tumbuhan melakukan proses fotosintesis yang memerlukan cahaya matahari dan karbon dioksida.

Dari hasil proses fotosintesis tumbuhan menghasilkan gas oksigen dan zat makanan. Hasil fotosintesis itu digunakan oleh manusia dan hewan untuk kelangsungan hidupnya.

Tumbuhan, hewan, dan manusia memerlukan air dan tanah untuk kehidupannya. Setelah mati, makhluk hidup diuraikan oleh perombak/pengurai. Dengan demikian, antara makhluk hidup (komponen biotik) dan makhluk tak hidup (komponen abiotik) saling berinteraksi sehingga terbentuk hubungan timbal balik yang disebut ekosistem. Contoh ekosistem di sekitar kita adalah kebun, halaman rumah, sungai, sawah, dan lain-lain.

Ekosistem merupakan suatu sistem yang dinamis, hal itu ditandai dengan adanya aliran energi, daur materi, dan produktivitas. Interaksi dapat terjadi antara komponen biotik dengan abiotik dan di antara komponen biotik dalam bentuk aliran energi dan siklus materi.

Bentuk aliran energi bersifat satu arah. Dari sinar matahari yang dimanfaatkan tumbuhan hijau kemudian melalui serangkaian peristiwa memakan dan dimakan membentuk suatu rantai makanan, rantai-rantai makanan itu saling berhubungan satu dengan lain yang membentuk jaring-jaring makan. Sedangkan pada bentuk daur materi yang melibatkan unsur senyawa kimia seperti karbon, oksigen, nitrogen, dan air yang mengalami perpindahan lewat organisme (biotik) dan beredar kembali ke lingkungan fisik (abiotik) disebut *daur biogeokimia*.

Ekosistem yang ada di muka bumi ini terdiri atas perpaduan berbagai jenis dengan kombinasi lingkungan fisik dan kimia yang berbeda-beda, sehingga bentuk ekosistem yang dihasilkan pun akan berbeda-beda. Di Indonesia terdapat empat kelompok ekosistem utama, yaitu ekosistem bahari (laut), ekosistem darat alami, ekosistem suksesi, dan ekosistem buatan.

A LINGKUNGAN HIDUP EKOSISTEM

Perhatikan Gambar 10.2! Bila Anda amati kebun dan sawah pada Gambar 10.2, dapat Anda jumpai berbagai jenis makhluk hidup. Pada kebun terdapat banyak tanaman yang sedang berbunga dengan sepasang kupu-kupu sedang terbang lalu mengisap madu dan ada beberapa burung sedang membuat sarang di atas pohon, serta seekor burung elang bertengger di pelepah pohon kelapa sedang mengawasi tikus-tikus memakan tanaman padi di sawah. Di sebelah kebun terdapat tanaman padi terhampar di sawah dengan beberapa burung bangau sedang terbang di atasnya dan banyak cacing tanah yang sedang membuat lubang di sawah.

Jika kita perhatikan gambar tersebut, maka setiap makhluk hidup selalu memerlukan suatu lingkungan tertentu sebagai tempat hidupnya, seperti tanaman jagung habitatnya di kebun, tanaman padi habitatnya di sawah, burung elang habitatnya di atas pohon kelapa, cacing tanah habitatnya di sawah, dan sebagainya. Coba Anda sebutkan, di mana habitat ikan gabus atau habitat tanaman kaktus? Lingkungan atau tempat hidup suatu makhluk hidup disebut *habitat*.



Sumber: Ilustrasi Rafael

Gambar 10.2 Kebun berbatasan dengan sawah

Tempat hidup tanaman jeruk memerlukan sedikit air, berada di kebun, adapun tempat hidup tanaman padi memerlukan banyak air, berada di sawah. Burung elang berada di atas pohon, tetapi cacing tanah berada di lubang tanah sawah. Tanaman jeruk dan padi atau cacing tanah dan burung elang tidak dapat hidup di padang pasir (gurun). Jadi, setiap makhluk hidup memerlukan tempat yang sesuai dengan cara hidupnya yang disebut *niche*. Di manakah niche lingkungan udang dan belalang? Coba pikirkan!

Seekor burung kutilang di atas pohon kelapa dan seekor burung elang bertengger di pelepah pohon kelapa disebut sebagai *individu* karena terdiri atas satu species makhluk hidup di tempat tertentu. Tetapi banyak tanaman kelapa sedang berbunga dengan beberapa kupu-kupu yang terbang di kebun disebut sebagai *populasi* karena terdiri atas kelompok individu lebih dari satu species yang menduduki areal tertentu.

Di sawah terdapat beberapa populasi yang terdiri atas kelompok tanaman padi dengan kelompok burung bangau sedang terbang di atasnya dan kelompok cacing tanah membuat lubang tanah, serta kelompok tikus sedang makan tanaman padi. Semua populasi berbagai macam species yang menempati suatu habitat disebut *komunitas*.

Di sawah itu juga terlihat adanya hubungan timbal balik antara tanaman padi, cacing, burung bangau dan tikus sebagai komponen hidup (*biotik*) dan sinar matahari, iklim, suhu, udara, air, dan tanah sebagai komponen tak hidup (*abiotik*) atau dengan lingkungannya yang disebut *ekosistem*.

Istilah *ekosistem* berasal dari kata *oikos* yang berarti rumah sendiri dan *sistema* yang berarti terdiri atas bagian-bagian yang utuh atau saling mempengaruhi. Jadi, ekosistem dapat diartikan sebagai sistem yang dibentuk di suatu daerah dan terjadi hubungan timbal balik antara komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik) atau dengan lingkungan.

Untuk memahami hal ini dengan lebih jelas, kerjakan tugas berikut ini di buku tugas Anda!

TUGAS INDIVIDU

Perhatikan gambar berikut ini!

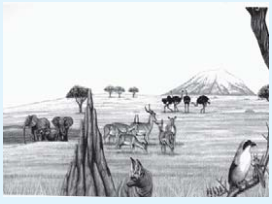
1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

6. 

a. Habitat

b. Niche

c. Individu

d. Populasi

e. Komunitas

f. Ekosistem

Kerjakan tugas-tugas berikut di buku tugas Anda!

1. Cocokkan gambar di sebelah kiri dengan istilah di sebelah kanan dengan tepat!
2. Sebutkan komponen-komponen yang berada di dalam gambar itu!
3. Adakah interaksi antara komponen yang satu dengan lainnya? Jelaskan!
4. Bandingkan hasil yang Anda peroleh dengan teman-teman! Kesimpulan apa yang Anda dapatkan? Presentasikan di depan kelas!

B SATUAN-SATUAN DALAM EKOSISTEM

Dari penjelasan sebelumnya, Anda telah mengerti bahwa secara umum ekosistem terdiri atas komponen mahluk hidup (*biotik*) dan komponen benda-benda tak hidup (*abiotik*). Satuan-satuan komponen biotik meliputi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia, sedangkan satuan-satuan komponen abiotik meliputi sinar matahari, suhu, udara, iklim, air, tanah, batu, dan lain-lain.

Di dalam ekosistem, secara alami tidak pernah ditemukan adanya komponen biotik yang hidup sendiri. Adakah tumbuhan atau hewan yang mampu hidup sendiri? Jika ada sebutkan ekosistemnya!

Pada contoh ekosistem di depan, ditemukan banyak tanaman kelapa dan tanaman padi di sawah yang merupakan kelompok tumbuhan hijau, sedangkan sepasang kupu-kupu, seekor burung kutilang dan seekor burung elang di kebun, serta banyak cacing tanah, tikus dan burung bangau di sawah merupakan kelompok hewan. Kelompok tumbuhan hijau merupakan organisme yang dapat membuat makanan sendiri, sedangkan kelompok hewan memperoleh makanan dari makhluk hidup lain.

Berdasarkan cara memperoleh makanan, maka komponen biotik dapat dikelompokkan menjadi organisme autrotof dan heterotrof.

1. Organisme Autotrof

Organisme ini memperoleh makanan dengan cara mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik menggunakan energi yang berasal dari sinar matahari.

Berdasarkan sumber energi, organisme autotrof dibedakan menjadi dua.

a. Organisme *fotoautotrof*, menggunakan sumber energi dari sinar matahari Contohnya alga, tumbuhan berklorofil seperti tanaman jeruk, padi, mangga, kelapa, dan sebagainya.

b. Organisme *kemoautotrof*, menggunakan sumber energi yang berasal dari energi hasil reaksi kimia. Contohnya bakteri besi dan bakteri nitrit.

2. Organisme Heterotrof

Organisme ini memperoleh makanan yang telah dibentuk oleh makhluk hidup lain. Contohnya kupu-kupu mengisap madu bunga, tikus makan padi, elang makan tikus, dan lain-lain.

C INTERAKSI DALAM EKOSISTEM

Anda telah mengetahui bahwa di dalam ekosistem terjadi hubungan timbal balik dan saling ketergantungan antara komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik) atau dengan lingkungan. Di dalam ekosistem tersebut dapat dijelaskan terjadi saling ketergantungan antara komponen biotik dengan komponen abiotik dan di antara komponen biotik sebagai berikut.

1. Interaksi antara Komponen Biotik dan Abiotik

Untuk memahami interaksi antara komponen biotik dan abiotik pelajari uraian berikut!



Sumber: Foto Haryana

Gambar 10.3 Sawah

Tanaman padi selain membutuhkan sinar matahari untuk proses fotosintesis sebagai penghasil sumber makanannya, juga membutuhkan udara sekitar untuk bernapas serta membutuhkan air dan tanah agar dapat tumbuh. Cacing tanah membutuhkan sisa-sisa bahan *fragmen* (remukan) tanaman padi sebagai makanannya dan membuat lubang tanah sebagai tempat tinggalnya. Setelah cacing tanah mati akan terurai menjadi bahan organik (zat hara) seperti karbon, nitrogen, oksigen, pospor, dan belerang di dalam tanah atau yang terdapat di atmosfer bagi kebutuhan tanaman padi untuk kelangsungan hidupnya.

Dari contoh tersebut dapat Anda simpulkan bahwa di antara komponen-komponen abiotik seperti udara, tanah, air, dan cahaya serta komponen-komponen biotik, yaitu padi dan cacing terjadi interaksi atau hubungan sehingga terjadi saling ketergantungan.

Untuk mengetahui adanya interaksi dalam ekosistem, lakukan tugas berikut! Catatlah hasilnya pada buku tugas Anda!

TUGAS INDIVIDU

1. Amati ekosistem akuarium!
2. Sebutkan komponen-komponen ekosistem dalam akuarium itu!
3. Jelaskan terjadinya interaksi di dalam akuarium itu!
4. Tuliskan hasilnya dalam laporan di buku tugas Anda!
5. Bandingkan hasil Anda dengan teman-teman, kemudian presentasikan di depan kelas!

2. Interaksi Antarkomponen Biotik

Interaksi antarkomponen biotik dapat terjadi antara individu dalam populasi maupun individu dalam komunitas.

a. Interaksi Antarindividu dalam Populasi

Coba Anda bayangkan sebuah daerah kebun kelapa seperti pada Gambar 10.2. Di tempat tersebut ternyata terdapat populasi tumbuhan dan hewan. Coba temukan adanya interaksi antara individu-individu itu!

Setiap pohon kelapa merupakan individu dan kumpulan seluruh pohon kelapa sejenis yang tumbuh di kebun merupakan populasi. Di dalam populasi kelapa pada saat berbunga, ketika angin bertiup akan menyebabkan serbuk sari berterbangan dari pohon satu ke pohon lainnya sehingga terjadilah penyerbukan silang. Peristiwa terjadinya penyerbukan silang merupakan interaksi antarindividu di dalam populasi. Interaksi pada tumbuhan terlihat tidak begitu jelas, interaksi akan terlihat jelas pada hewan atau manusia.

Coba perhatikan di dalam kelas Anda! Setiap individu di kelas Anda merupakan kelompok sejenis sebagai anggota kelompok populasi siswa SMA kelas X. Pernahkah Anda berbuat sesuatu, memberi, atau menerima sesuatu dari teman Anda? Pernahkah ada persaingan yang terjadi antarteman Anda untuk berebut sesuatu? Bentuk memberi, menerima, ataupun persaingan antarteman merupakan interaksi antara individu satu dengan yang lain dalam populasi kelas X SMA. Coba Anda cari contoh interaksi yang terjadi di antara Anda atau salah satu teman Anda selama pelajaran ini berlangsung!

b. Interaksi Antarindividu dalam Komunitas

Interaksi antarindividu dalam komunitas dapat terjadi antarindividu sesama jenis dalam populasi seperti yang baru saja kita bicarakan maupun interaksi terjadi antarindividu berbeda jenis atau berbeda populasi. Ingat kembali, komunitas terdiri atas kumpulan species populasi dalam suatu habitat.

Jika kita lihat di kebun kelapa juga terjadi interaksi antarindividu dalam komunitas seperti pada Gambar 10.2. Pada saat tanaman kelapa berbunga, datang sepasang kupu-kupu mengisap madu sebagai makanannya, di kebun itu juga ada seekor burung kutilang yang sedang membuat sarang di atas pohon, serta seekor burung elang bertengger di pelepah pohon kelapa sedang mengawasi tikus-tikus di sawah sebagai makanannya, karena burung elang sebagai predator juga dapat memakan burung kutilang ataupun kupu-kupu di kebun itu.

Dengan demikian dapat dikatakan, setiap jenis makhluk hidup mempunyai fungsi masing-masing di dalam ekosistem, yaitu makhluk hidup sebagai produsen, konsumen, pengurai (perombak), dan detritivor.

1) Produsen

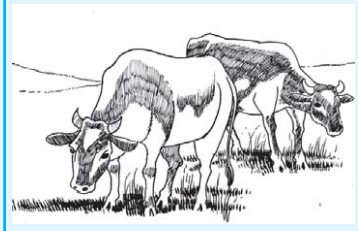
Di dalam ekosistem ada makhluk hidup yang dapat membuat/mencukupi kebutuhan dirinya sendiri yang disebut produsen primer (*autotrof*). Jenis makhluk hidup autotrof ada dua macam, yaitu makhluk hidup mensintesis makanannya dari molekul anorganik dengan bantuan energi sinar matahari yang disebut *fototrofik.* Contohnya, semua tumbuhan hijau, alga, dan bakteri belerang. Ada pada makhluk hidup yang mensintesis makanannya dari molekul anorganik dengan energi kimia yang disebut *kemotrofik*, contohnya bakteri pendaur nitrogen (*Nitrosomonas*).

Produsen primer ekosistem darat terdapat pada golongan tumbuhan tingkat tinggi, yaitu dari golongan Angiospermae dan Gymnospermae yang membentuk hutan atau padang rumput, sedangkan pada ekosistem air terdapat golongan tumbuhan tingkat rendah, yaitu alga.

2) Konsumen

Konsumen di dalam ekosistem adalah semua makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanannya sendiri yang disebut *heterotrof*, sehingga makhluk hidup tersebut hanya dapat menelan atau mencerna sebagian, bahkan keseluruhan makhluk hidup lain sebagai bahan makanan organik. Ada beberapa tingkatan untuk makhluk hidup heterotrof, yaitu sebagai berikut.

a) Konsumen tingkat pertama (primer). Organisme ini akan memakan organisme produsen (tumbuh-tumbuhan) sebagai makanannya yang disebut *herbivora*. Herbivora ekosistem darat meliputi Insekta, Aves, Reptil, dan Mamalia. Herbivora yang termasuk dalam golongan Mamalia meliputi *Ungulata* (hewan yang berkuku ganjil atau genap seperti sapi, kerbau, rusa, kuda dan lain-lain) dan *Rodentia* (hewan pengerat dan penggerek seperti ulat penggerek daun pisang, daun jati, dan lain-lain). Sedangkan herbivora air meliputi udang-udangan kecil dan Moluska, hewan dari jenis ini ada yang pemakan fitoplankton, pemakan bubuk sampah dan penyaring renik air seperti hepepoda, remis, larva kepiting, dan kutu air. Hewan-hewan itu bersama-sama dengan Protozoa merupakan komunitas terbesar zooplankton sebagai pemakan fitoplankton. Pada tingkatan ini ada tumbuhan yang hidup sebagai parasit seperti tali putri yang hidup menempel di tanaman perdu atau benalu yang hidup menumpang pada pohon inang.



b) Konsumen tingkat kedua disebut *karnivora sekunder* yang merupakan organisme pemakan produsen dan pemakan konsumen. Contohnya, kucing makan nasi kemudian makan tikus.



c) Konsumen tingkat ketiga disebut *karnivora* atau sebagai predator karena organisme itu makan mangsanya dengan cara berburu, menangkap, membunuh, dan memakannya seperti harimau memburu dan menangkap rusa kemudian menerkam (membunuh) dan memakannya. Jika predator itu lebih kecil dari mangsanya disebut *parasit*, contohnya kutu yang menempel pada kerbau dan apabila sebagai pemakan hewan yang telah mati disebut pemakan bangkai. Contohnya, heina dan burung nazar yang memakan bangkai rusa.



3) Pengurai (Perombak) dan Detritivor

Jika suatu ketika Anda menemukan tumbuhan atau hewan yang telah mati dan keadaannya masih utuh (segar), apakah setelah selang beberapa hari atau beberapa minggu bahkan sampai beberapa tahun keadaannya masih utuh atau tinggal sebagian bahkan sudah hilang sama sekali? Tidak demikian bukan?

Setelah beberapa waktu, tumbuhan atau hewan yang mati akan hancur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan akhirnya akan hilang.

Hal itu dapat terjadi karena adanya kegiatan organisme pengurai (perombak). Organisme pengurai mengeluarkan enzim selulosa, tumbuhan, atau hewan menjadi lunak kemudian dirombak dan terurai menjadi bagian kecil-kecil lalu diserapnya. Terdapat sisa-sisa bahan fragmen (remukan atau hancuran kecil-kecil lembut) yang disebut *detritus*, kemudian ada organisme yang masuk menembus ke dalam tubuh tumbuhan atau hewan itu kemudian mencerna atau memakan detritus, organisme tersebut disebut *detritivor*.

Jenis-jenis detritivor darat bertubuh besar seperti keluwing, kutu kayu, dan cacing tanah, sedangkan jenis detritivor renik seperti belatung, rayap dan nematoda. Jenis-jenis detritivor pantai seperti siput pantai, cacing pantai, dan tripang.

KEGIATAN KELOMPOK 1

Bentuklah kelompok beranggotakan 4 sampai 5 orang untuk melakukan kegiatan berikut!

1. Bersama kelompok Anda pergilah ke kebun atau sawah yang terdekat dengan tempat tinggal atau sekolah!
2. Catatlah populasi yang ada di daerah itu!
3. Sebutkan peranan masing-masing populasi itu!
4. Bagaimana interaksi yang terjadi antara populasi itu? Jelaskan!
5. Diskusikan bersama kelompok Anda tentang populasi dalam ekosistem itu sehingga terbentuk komunitas!
6. Presentasikan hasil diskusi Anda di depan kelas!

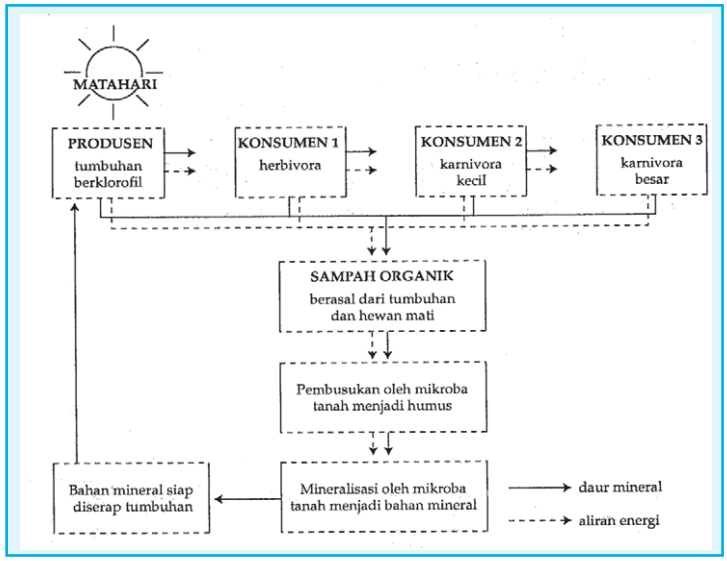
D KEDINAMISAN EKOSISTEM

Ekosistem adalah suatu sistem yang dinamis karena selalu terjadi perubahan-perubahan secara terus menerus yang ditandai dengan adanya aliran energi, daur materi, dan produktivitas ekosistem, seperti pada Gambar 10.4 berikut.

Perhatikan Gambar 10.4! Sumber energi dari suatu ekosistem berasal dari cahaya matahari, baik secara langsung maupun tidak langsung. Tumbuh-tumbuhan sebagai produsen membutuhkan cahaya tersebut untuk melakukan proses fotosintesis, dimana sebagian energi tersebut berpindah kepada konsumen I dan dalam bentuk makanan, selanjutnya berpindah lagi kepada konsumen II dan III.

Jika produsen dan konsumen mati, akan menjadi sampah organik. Sampah tersebut mengalami pembusukan dari hasil penguraian mikroba tanah sehingga menjadi humus, sebagian lagi terurai menjadi gas atau mineral. Sampai di sini, materi yang berupa gas atau mineral dimanfaatkan lagi oleh tumbuhan (produsen).

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa aliran energi berbeda dengan aliran materi. Aliran materi bersifat siklus, sedangkan aliran energi bersifat menuju satu arah, yaitu sampai pada tingkat mikroba.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.4 Aliran energi dan daur materi

1. Aliran Energi dalam Ekosistem

a. Matahari sebagai Sumber Energi

Coba bayangkan, seandainya di planet bumi ini tidak ada matahari! Bagaimana keadaannya? Dapat dipastikan keadaan bumi gelap gulita sepanjang masa dan dingin. Matahari mengeluarkan energi panas dan cahaya.

Dengan energi cahaya itu, bumi menjadi terang dan bumi menjadi hangat karena panasnya. Oleh sebab itu, kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas ciptaannya ini.

Sinar matahari merupakan foton (energi sinar) yang dipancarkan ke jagad raya dalam bentuk gelombang elektromagnetik, tetapi hanya sebagian kecil saja yang sampai di permukaan bumi, yaitu sekitar $10{,}5 \times 10^6$ kj m^{-2} th^{-1}. Dari jumlah pancaran energi sinar matahari itu, sekitar 5×10^6 kj m^{-2} th^{-1} atau sekitar 45% yang sampai di bumi, sekitar 40% dipantulkan lagi keluar angkasa oleh atmosfer bumi, dan hanya sekitar 15% saja yang diserap untuk pemanasan atmosfer bumi, terutama pada lapisan ozon dan kelembapan udara (uap air).

Coba Anda hitung, berapa suhu udara di bumi jika 100% sinar matahari sampai di permukaan bumi! Pikirkan hal yang mungkin terjadi!

Dari sekitar 45% sinar matahari yang jatuh di permukaan bumi, sekitar 30% dipantulkan kembali dan memanaskan atmosfer, dan selebihnya sekitar 15% dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi komponen ekosistem di permukaan bumi. Dengan demikian, keberadaan setiap ekosistem di permukaan bumi diikat oleh aliran atau arus energi yang berasal dari sinar matahari yang bersifat satu arah.

b. Aliran Energi

Secara langsung maupun tidak langsung, sumber energi setiap ekosistem berasal dari sinar matahari yang diubah oleh tumbuhan hijau (autotrof) menjadi energi kimia dalam bentuk zat-zat organik (makanan) melalui proses fotosintesis. Coba ingat kembali mengenai proses fotosintesis dan tuliskan persamaan reaksinya!

Pada proses fotosintesis, bentuk energi diubah dari energi cahaya menjadi energi kimia dan berpindah ke konsumen I, II, dan III, yang berakhir pada proses penguraian. Di dalam proses penguraian, energi ini dilepaskan dalam bentuk panas, kemudian tersebar ke lingkungan dan tidak dapat dimanfaatkan lagi. Perhatikan lagi Gambar 10.4! Dalam hal ini terjadi jalur makan dan dimakan, yaitu proses produsen yang dimakan oleh konsumen I, selanjutnya konsumen I dimakan konsumen II, konsumen II dimakan konsumen III. Peristiwa ini disebut sebagai rantai makanan.

1) Rantai Makanan

Seperti yang Anda ketahui saling ketergantungan antara produsen dan konsumen tampak pada peristiwa makan dan dimakan. Energi dalam bentuk makanan akan berpindah dari organisme tingkat tinggi ke organisme lain yang tingkatannya lebih rendah melalui rentetan organisme memakan organisme sebelumnya dan sebagai penyedia bahan makanan bagi organisme berikutnya yang disebut *rantai makanan*. Pada umumnya, tipe rantai makanan dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut.

a) Rantai Makanan Perumput

Pada tipe ini, mata rantai makanannya berawal dari tumbuhan, maka tingkat trofi 1 diduduki oleh tumbuhan hijau (produsen), tingkat trofi 2 diduduki oleh herbivora (konsumen 1), tingkat trofi 3 diduduki oleh karnivora (konsumen 2), dan seterusnya. Seperti terlihat berikut ini!

Contoh:

Ekosistem darat:

Rumput → belalang → katak → ular → burung elang
(P) (K I) (K II) (K III) (K IV)

Ekosistem perairan:

Tumbuhan air/plankton → kecebong → ular → burung elang
(P) (K I) (K II) (K III)

b) Rantai Makanan Detritus

Mata rantai makanan pada tipe ini berawal dari organisme perombak. Ingat kembali, detritus merupakan hancuran (fragmen) dari bahan-bahan sudah terurai yang dikonsumsi hewan-hewan kecil seperti rayap, cacing tanah, tripang, dan sebagainya.

Contoh:

Sampah kayu → cacing tanah → burung → ular daun

c) Rantai Makanan Parasit

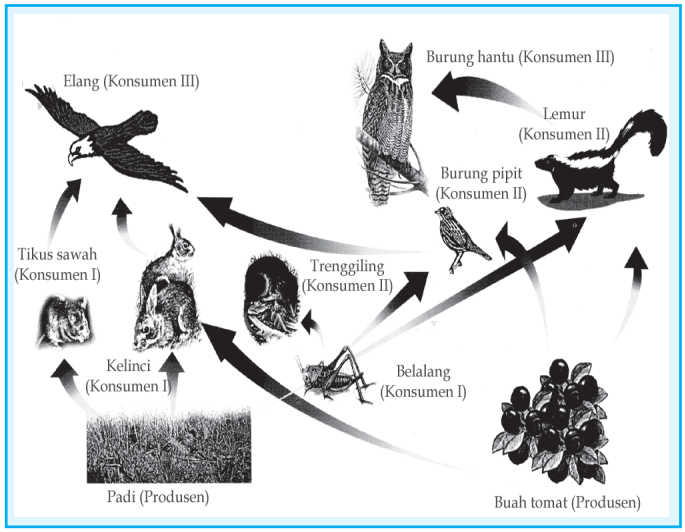
Pada tipe rantai makanan parasit, terdapat organisme lebih kecil yang memangsa organisme lebih besar.

Contoh:

Kerbau (darahnya) → kutu → burung jalak → burung elang

2) Jaring-Jaring Makanan

Dari uraian komponen biotik di atas, pada tiap-tiap tingkatan konsumen tampak seolah-olah setiap organisme hanya memakan atau dimakan oleh satu macam organisme yang lain, tetapi kenyataannya di dalam ekosistem keadaannya lebih kompleks. Mengapa demikian? Hal ini terjadi karena tiap-tiap organisme dapat memakan dalam satu tingkatan konsumen atau dari tingkatan konsumen lain di dalam ekosistem yang dikenal dengan rantai makanan dan antara rantai-rantai makanan itu saling berhubungan satu dengan lainnya yang dikenal dengan jaring-jaring makanan seperti terlihat pada Gambar 10.5.



Sumber: Encyclopedia Sains dan Kehidupan, 1997

Gambar 10.5 Jaring-jaring makanan

Rangkaian peristiwa makan dan dimakan dalam suatu ekosistem tidak sesederhana rantai makanan. Seperti tampak pada Gambar 10.5, ternyata konsumen tidak hanya tergantung pada satu jenis makanan, sebaliknya satu jenis makanan dapat dimakan oleh lebih dari satu jenis konsumen.

TUGAS INDIVIDU

Kerjakan tugas berikut ini!

Pada tugas kelompok di depan Anda telah melakukan pengamatan di sawah atau kebun. Coba buatlah rantai makanan dan jaring-jaring makanan dari tempat itu, kemudian diskusikan hasilnya dengan teman Anda! Presentasikan hasil tugas itu di depan teman-teman Anda. Jika merasa kesulitan, mintalah bantuan guru Anda!

3) Piramida Ekologi

Telah kita ketahui bersama, bahwa komponen-komponen biotik pada rantai makanan ekosistem menempati tingkatan trofi tertentu, seperti produsen menempati tingkat trofi pertama, herbivora menempati tingkat trofi kedua, karnivora menempati tingkat trofi ketiga, dan seterusnya.

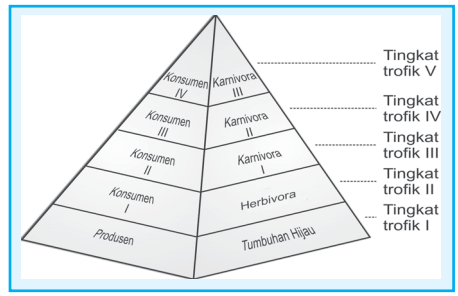
Ketika organisme autotrof (produsen) dimakan oleh herbivora (konsumen I), maka energi yang tersimpan dalam produsen (tumbuhan) berpindah ke tubuh konsumen I (pemakannya) dan konsumen II akan mendapatkan energi dari memakan konsumen I, dan seterusnya.

Setiap tingkatan pada rantai makanan itu disebut *taraf trofi*. Ada beberapa tingkatan taraf trofi pada rantai makan sebagai berikut.

a) Tingkat taraf trofi 1 : organisme dari golongan produsen (produsen primer)
b) Tingkat taraf trofi 2 : organisme dari golongan herbivora (konsumen primer)
c) Tingkat taraf trofi 3 : organisme dari golongan karnivora (konsumen sekunder)
d) Tingkat taraf trofi 3 : organisme dari golongan karnivora (konsumen predator)

Di dalam rantai makanan tersebut, tidak seluruh energi dapat dimanfaatkan, tetapi hanya sebagian yang mengalami perpindahan dari satu organisme ke organisme lainnya, karena dalam proses transformasi dari organisme satu ke organisme yang lain ada sebagian energi yang terlepas dan tidak dapat dimanfaatkan. Misalnya, tumbuhan hijau sebagai produsen menempati taraf trofi pertama yang hanya memanfaatkan sekitar 1% dari seluruh energi sinar matahari yang jatuh di permukaan bumi melalui fotosintesis yang diubah menjadi zat organik.

Jika tumbuhan hijau dimakan organisme lain (konsumen primer), maka hanya 10% energi yang berasal dari tumbuhan hijau dimanfaatkan oleh organisme itu untuk pertumbuhannya dan sisanya terdegradasi dalam bentuk panas terbuang ke atmosfer. Dengan demikian, energi yang tersedia untuk tingkat trofi pada rantai makanan seperti berikut: semakin tinggi tingkat trofi, semakin sedikit sehingga membentuk sebuah piramida yang disebut *piramida ekologi*, seperti pada Gambar 10.6. Selama keadaan produsen dan konsumen-konsumen tetap membentuk piramida, maka keseimbangan alam dalam ekosistem akan terpelihara.



Sumber: Ilustrasi Cahyo

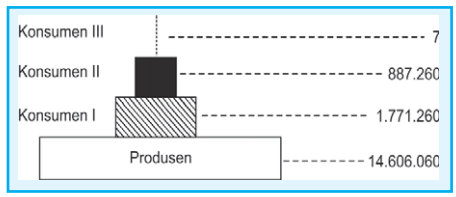
Gambar 10.6 Piramida ekologi

Ada 3 macam-macam piramida ekologi adalah sebagai berikut.

a) Piramida Jumlah

Piramida jumlah merupakan jumlah organisme yang berada di dalam suatu daerah (areal) tertentu yang dikelompokkan dan dihitung berdasarkan taraf trofi. Untuk menggambarkan piramida jumlah dinyatakan dalam bentuk segi empat yang luasnya menggambarkan atau sebanding dengan jumlah organisme dalam areal tertentu.

Pada piramida jumlah, golongan organisme yang berada pada tingkatan lebih tinggi memiliki jumlah organisme lebih banyak dari tingkatan organisme di bawahnya. Piramida tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar di samping.



Sumber: Ilustrasi Cahyo

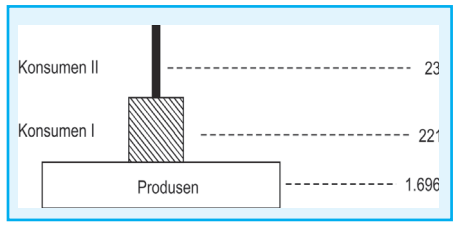
Gambar 10.7 Piramida jumlah

Pada tingkat trofi I memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat trofi II dan tingkat trofi II lebih besar dibandingkan dengan tingkat trofi III.

b) Piramida Berat (Biomassa)

Penggunaan piramida jumlah sering berubah-ubah karena keadaan lingkungan, untuk itu digunakan piramida berat (biomassa).

Piramida berat (biomassa) merupakan taksiran berat organisme yang mewakili setiap taraf trofi dengan cara tiap-tiap individu ditimbang dan dicatat jumlahnya dalam suatu ekosistem. Misalnya biomassa tumbuhan di ukur berat akar, batang, dan daun yang menempati areal tertentu. Piramida biomasa dibuat berdasarkan berat total populasinya pada suatu waktu.



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 10.8 Piramida berat

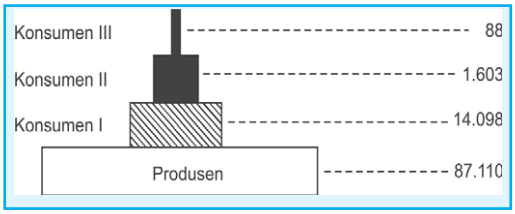
Satuan yang dipakai adalah berat total organisme dalam satuan berat (gr/kg) per satuan luas tertentu (m^2 atau hektar) yang biasanya diukur dalam berat kering. Untuk mengukur biomassa seluruhnya, dilakukan teknik sampling (cuplikan) guna memperkirakan seluruhnya.

Penafsiran dalam piramida biomassa memerlukan banyak waktu dan peralatan dalam melakukan penimbangan individu-individu dan mencatat jumlahnya. Penggunaan piramida ini tidak memuaskan karena bentuk yang berubah-ubah. Hal ini tergantung pada iklim dan dalam transfer energi sebagian akan hilang, yaitu digunakan untuk respirasi atau sebagai panas yang masuk ke biosfer.

c) Piramida Energi

Piramida energi dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama. Piramida ini memiliki beberapa keuntungan, yaitu dapat memperhitungkan kecepatan produksi, berat dua species yang sama tidak harus memiliki energi yang sama, dapat digunakan untuk membandingkan berbagai ekosistem, adanya masukan energi matahari yang ditambahkan.

Piramida energi ini menggambarkan banyaknya energi yang tersimpan dalam 6 tahun yang digunakan senyawa organik sebagai bahan makanan. Satuan energinya dinyatakan dalam kalori per m^2 per satuan waktu (kal/m^2/th).



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 10.9 Piramida energi

2. Daur Materi

Daur materi merupakan suatu siklus, artinya jika suatu organisme mati, tidak berarti aliran materinya terhenti. Aliran itu melibatkan unsur senyawa kimia yang mengalami perpindahan lewat organisme (biotik) dan beredar kembali ke lingkungan fisik (abiotik) yang disebut *daur biogeokimia*.

Daur biogeokimia dalam ekosistem meliputi unsur-unsur berikut.

a. Daur Karbon (C)

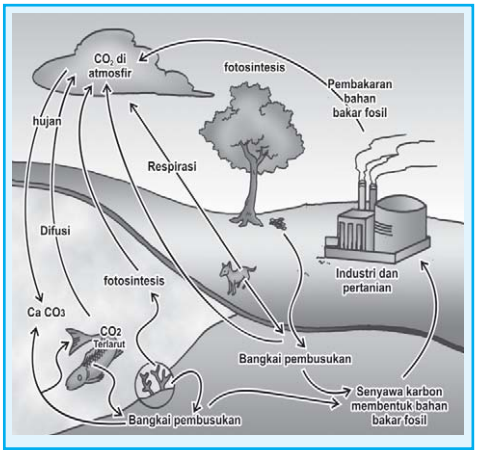
Sumber karbon bagi kebutuhan makhluk hidup terdapat dalam bentuk karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari atmosfer maupun yang terlarut di dalam air. Karbon dibutuhkan tumbuhan hijau (produsen) dalam proses fotosintesis untuk pembentukan karbohidrat, protein, dan lemak.

Perlu Diketahui

Keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung karena beberapa hal, yaitu komponen-komponen yang terlibat dalam aksi reaksi yang berperan sesuai kondisi keseimbangan, pemindahan energi (arus energi) dan siklus kimia dapat berlangsung. Keseimbangan lingkungan dapat terganggu bila terjadi perubahan berupa pengurangan fungsi dan komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya mata rantai dalam ekosistem. Salah satu faktor penyebab gangguan adalah polusi, di samping faktor-faktor lain.

Adapun manusia dan hewan (konsumen) memperoleh karbon dalam bentuk senyawa karbohidrat, protein, dan lemak yang terdapat dalam tumbuhan hijau.

Pelepasan karbon ke atmosfer terjadi pada pernapasan (respirasi) makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Selain itu, pelepasan karbon juga terjadi pada proses pembusukan sisa tumbuhan atau hewan yang telah mati oleh mikroorganisme dan pembakaran karbon organik seperti pembakaran minyak bumi dan batu bara. Daur karbon secara jelas dapat dilihat pada Gambar 10.10!

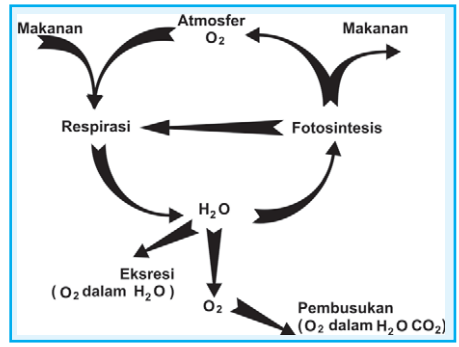


Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.10 Daur karbon

b. Daur Oksigen (O_2)

Oksigen (O_2) dalam keadaan bebas terdapat di atmosfer dan di dalam air. Oksigen tersebut diambil atau digunakan oleh makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia untuk pernapasan (respirasi). Oksigen yang diambil itu kemudian diganti oleh tumbuhan hijau yang melepas oksigen ke atmosfer pada saat berlangsungnya proses fotosintesis. Agar lebih jelas dilihat pada Gambar 10.11.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.11 Daur oksigen

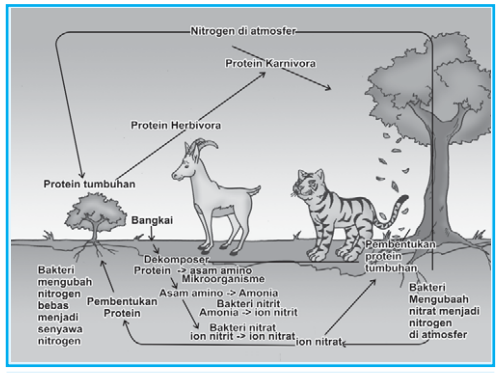
c. Daur Nitrogen (N)

Di dalam lapisan atmosfer bumi terdapat sekitar 79% nitrogen (N) dalam bentuk N_2. Beberapa unsur nitrogen (N) yang ada di alam tidak berubah menjadi unsur lain dan senantiasa jumlahnya tetap, tetapi hanya berubah dari senyawa satu ke senyawa yang lain. Tumbuhan hanya dapat memanfaatkan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrit dan senyawa nitrat, sedangkan hewan dan manusia memanfaatkan nitrogen dalam bentuk protein.

Nitrogen relatif sangat jarang ditemukan dalam bentuk senyawa karena lambat atau susah bereaksi dengan unsur lain, maka satu-satunya cara organisme memperoleh nitrogen melalui *fiksasi*.

Fiksasi nitrogen (N) merupakan proses pemisahan dua atom nitrogen (gas N_2) kemudian digabung. Fiksasi ini terjadi melalui kerja enzim nitrogenase dengan menggunakan energi dari metabolisme organisme, sedangkan proses fiksasi tanpa enzim dilakukan oleh industri kimia seperti pembuatan pupuk urea, NPK, dan amonium nitrat.

Beberapa cara fiksasi nitrogen, adalah sebagai berikut.



Gambar 10.12 Daur nitrogen

Sumber: Ilustrasi Hary

Proses nitrifikasi oleh bakteri dapat dituliskan sebagai berikut.

1) Fiksasi Nitrogen Udara

Nitrogen bebas di atmosfer yang bereaksi dengan oksigen atau hidrogen dengan bantuan energi petir atau kilat akan membentuk NO_2 atau NH_2 yang turun ke bumi bersama air hujan, sehingga bila kita minum air hujan akan terasa agak asam.

2) Fiksasi Nitrogen oleh Mikroorganisme

Bakteri *Rhizobium* yang hidup pada bintil-bintil akar kacang tanah dapat mengikat nitrogen bebas dari udara untuk diubah menjadi nitrat yang kemudian dimanfaatkan tumbuhan tersebut sebagai senyawa penyusun protein.

3) Nitrifikasi

Nitrifikasi merupakan proses pengubahan senyawa amoniak menjadi senyawa nitrat oleh bakteri tertentu. Proses ini dapat berlangsung pada keadaan cukup oksigen (aerob).

Sampah organik $\xrightarrow{\text{Bakteri pembusuk}}$ NH_3

$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$ (proses amonifikasi)

$NH_4OH + 3O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrosococus}}$ $NO_2^- + 2H_2O + 4H^- +$ Energi (proses nitritasi)

$2NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrobacter}}$ $2NO_3^- +$ energi (proses nitratasi)

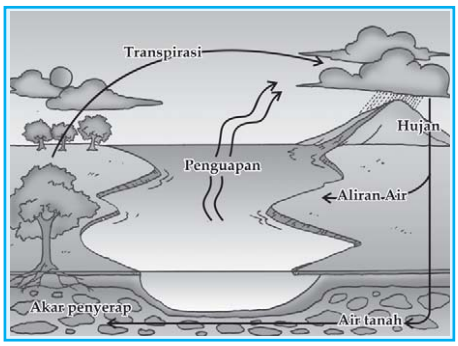
4) Denitrifikasi

Denitrifikasi merupakan proses penambahan ion-ion amoniak, nitrit, dan nitrat menjadi nitrogen, terjadi pada keadaan tanpa oksigen (anaerob). Jika

suatu organisme mati kemudian mengalami proses dekomposisi melalui kegiatan mikroorganisme dekomposer dikeluarkan senyawa nitrogen dalam bentuk urea ke atmosfer.

d. Daur Air (H_2O)

Jika hujan turun, tidak semua air hujan itu dimanfaatkan oleh makhluk hidup karena sebagian airnya menguap dengan cepat ke atmosfer dan hanya sebagian yang dimanfaatkan oleh makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia kemudian dilepaskan lagi ke atmosfer melalui pernapasan, keringat, dan urin. Selebihnya, air meresap ke bawah menuju lapisan air di dalam tanah serta yang di permukaan tanah mengalir ke danau, sungai, dan pada akhirnya menuju ke laut lalu menguap ke atmosfer.



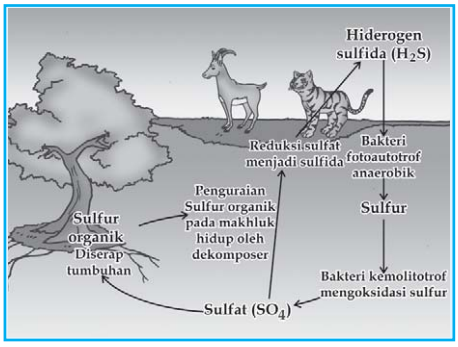
Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.13 Daur air

Perputaran air dari atmosfer berupa air hujan turun ke bumi kemudian kembali lagi ke atmosfer merupakan daur air, seperti tampak pada Gambar 10.13.

e. Daur Sulfur (Belerang)

Belerang dapat dijumpai di daerah pegunungan, belerang ini dapat dimanfaatkan untuk obat penyakit kulit. Belerang ini terkandung di dalam tanah yang terdapat di beberapa gunung berapi. Selain berasal dari dalam tanah, gas ini bisa berasal pula dari sisa pembakaran minyak bumi dan batu bara dalam bentuk SO_2. Gas ini bisa pula berasal dari asap kendaraan dan pabrik.



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.14 Daur sulfur

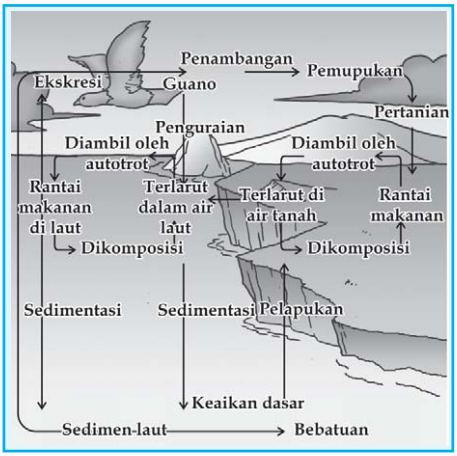
Bila gas tersebut dihembuskan ke udara dan saat itu terkena uap air hujan akan berubah menjadi sulfat yang akan jatuh di tanah, sungai, dan lautan. Sulfat dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan atau ganggang air sebagai penyusun protein.

f. Daur Fosfor

Di alam fosfor terdapat dalam dua bentuk senyawa, yaitu senyawa organik (pada tumbuhan dan hewan) dan senyawa fosfat anorganik (pada air dan tanah). Fosfat organik dari hewan dan tumbuhan yang mati akan

diuraikan oleh bakteri dan dekomposer menjadi fosfat anorganik, sedangkan fosfat anorganik yang terlarut di air tanah atau air laut akan terkikis dan mengendap di sedimen laut. Oleh sebab itu, fosfat banyak terdapat pada batu dan karang fosil. Fosfat dari batu dan fosil akan terkikis membentuk fosfat anorganik yang terlarut di dalam air tanah dan laut.

Fosfat anorganik kemudian akan diserap lagi oleh akar tumbuhan dan siklus ini akan berlangsung terus menerus. Agar lebih jelas, perhatikan Gambar 10.15!



Sumber: Ilustrasi Hary

Gambar 10.15 Daur fosfor

3. Produktivitas dalam Ekosistem

Produktivitas dalam ekosistem merupakan hasil keseluruhan sistem dalam bentuk bioenergi per satuan waktu dalam ekosistem dengan uraian sebagai berikut:

Ingat kembali materi pada subbab aliran energi dalam ekosistem, diterangkan bahwa sumber energi makhluk hidup di bumi berasal dari energi matahari. Energi yang masuk ke dalam ekosistem akan diterima oleh produsen (tumbuhan hijau) kemudian akan diubah menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa organik yang dapat digunakan sebagi bahan makanan yang disebut Produksi Primer.

Laju penyimpanan energi dalam bentuk senyawa kimia oleh produsen (tumbuhan hijau) per satuan luas per satuan waktu (kalori/cm^2/tahun) disebut sebagai Produktivitas Primer Kotor (PPK). Sekitar 20% dari energi PPK digunakan oleh tumbuhan hijau untuk proses pernapasan (respirasi) dan sisanya sekitar 80% disimpan oleh tumbuhan hijau (penyusun tubuh tumbuhan) disebut sebagai Produksi Primer Bersih (PPB). Selanjutnya, PPB dimanfaatkan oleh konsumen (heterotrof) seperti hewan dan manusia, konsumen itu mesintesis energi dan disimpan di dalam jaringan. Laju penyimpanan energi pada konsumen disebut sebagai Produktivitas Sekunder.

Arus energi pada rantai makanan, ada sebagian energi yang terbuang pada setiap tingkat taraf trofi. Energi yang hilang tersebut dapat membatasi panjang atau pendek suatu rantai makanan di dalam ekosistem. Jika energi yang hilang semakin sedikit, maka rantai makanan semakin panjang atau sebaliknya.

Energi yang hilang pada proses respirasi tumbuhan hijau tidak dapat dipindahkan pada organisme lain. Adapun energi yang terbuang melalui sisa pencernaan (egesta) berupa feses dan energi yang terbuang melalui sisa metabolisme (ekskreta) berupa urin tidak hilang, tetapi energi tersebut dipindahkan pada organisme lain, yaitu dekomposer dan detritivor.

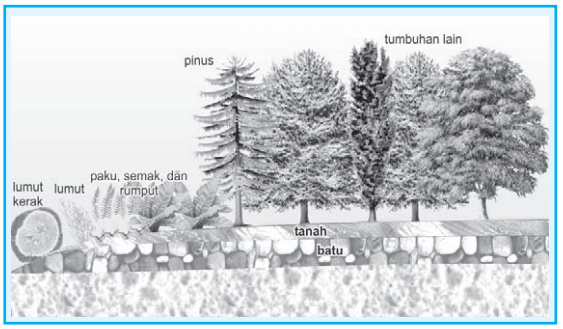
Dari uraian itu dapat disimpulkan bahwa produktivitas ekosistem merupakan indikator untuk mengukur total aliran energi melalui semua tingkat taraf trofi sehingga jumlah kehidupan yang didukung oleh aliran energi dalam suatu ekosistem dapat dihitung sebagai berikut.

1. Produktivitas Primer Bersih (PPB) = laju pertumbuhan membuat energi kimia (PPK) - laju pertumbuhan menggunakan energi kimia
2. Makanan dikonsumsi = tumbuhan + respirasi + egesta + ekskreta

E SUKSESI

Bayangkan jika sebuah kebun dibiarkan saja dalam jangka waktu bertahun-tahun? Perubahan apa yang akan terjadi. Apakah jenis-jenis tumbuhan yang berada di dalamnya senantiasa tetap sepanjang tahun ataukah akan mengalami perubahan?

Tanah yang ada di kebun apabila dibiarkan akan ditumbuhi rumput, terlebih-lebih jika dibiarkan terus beberapa tahun, maka akan ditumbuhi semak-belukar. Bahkan, mungkin akan menjadi hutan yang lebat seperti pada Gambar 10.16.



Sumber: Ilustrasi Cahyo

Gambar 10.16 Proses terjadinya suksesi

Dari gambar tampak terjadinya urutan perkembangan perubahan bentuk suatu komunitas secara bertahap yang dalam waktu cukup lama yang disebut suksesi. Perlu Anda ketahui, proses suksesi akan berakhir dengan suatu komunitas atau ekosistem klimaks, yang berarti komunitas telah dapat mempertahankan kemantapan internalnya yang merupakan respon dari komponen-komponen terhadap kondisi normal komunitas sehingga terlihat seakan-akan tidak akan berubah.

Tahap-tahap terjadinya suksesi adalah:

Lahan kosong → invasi benih → kolonisasi → kompetisi → interaksi antarkomunitas dan lingkungan → stabilisasi dan tercapainya keseimbangan yang mantap.

Agar lebih jelas perhatikan contoh berikut ini!

Di kebun yang telah lama ditinggalkan, akan ditumbuhi berbagai jenis rumput. Dalam hal ini sudah terjadi invasi benih, dimulailah kolonisasi rumput pada tempat tersebut. Kemudian muncul semak, perdu, dan pohon-pohon, sehingga di kebun tersebut terjadilah kompetisi untuk mendapatkan zat makanan, ruang, dan cahaya. Dalam komunitas yang terbentuk itu kompetensi akan berkurang, yang melalui penyesuaian terhadap lingkungan yang berubah-ubah. Jenis-jenis yang dapat bertahan akan terjadi interaksi dan saling ketergantungan, stabilitas dan keseimbangan komunitas dapat tercapai sehingga terbentuk menjadi hutan. Proses perubahan dalam suksesi dari awal sampai mencapai keseimbangan yang mantap akan memakan waktu yang sangat lama.

Jika ditinjau dari asal terjadinya, suksesi ada dua macam, yaitu suksesi primer dan suksesi sekunder.

1. Suksesi Primer

Suksesi primer terbentuk ditandai oleh hilangnya komunitas asal secara total, misalnya letusan gunung, tanah longsor, penambangan timah dan batubara sehingga tidak ada organisme penyusun komunitas asal yang tersisa, yang ada hanyalah tanah gersang yang berupa batu-batuan. Dalam waktu yang lama dimulainya munculnya organisme perintis yang berupa lumut kerak.

Lumut kerak ini akan melapukkan batuan yang semakin lama pelapukan tersebut akan terbentuk tanah. Ada beberapa spora paku terbang dibawa oleh angin dan jatuh pada tanah itu, sehingga tumbuhan paku tumbuh. Proses pelapukan batuan semakin intensif dan tanah yang terbentuk semakin kaya nutrien. Keadaan ini terus berlanjut akan terbentuk ekosistem yang didominasi oleh tumbuhan perdu yang akhirnya mencapai klimaks. Dengan demikian, suksesi primer terjadi ditandai dengan permukaan yang kosong sehingga akan muncul ekosistem baru.

2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder berlangsung pada bekas ekosistem tidak mengalami kerusakan total. Jadi, tidak mengubah komunitas asal secara total, substrat dan kehidupan asal masih dijumpai. Misalnya, terjadi kebakaran alami, banjir, angin kencang secara alami, penebangan hutan secara selektif, pembakaran padang rumput dengan sengaja.

Di dalam tempat ini tidak dijumpai organisme perintis. Jika daerah tersebut didiamkan, maka akan terjadi suksesi kembali karena akan ditumbuhi lagi komunitas asal. Tumbuh-tumbuhan baru juga akan tumbuh dan hewan-hewan akan kembali lagi. Hewan-hewan tersebut akan memberi senyawa organik untuk tanah sehingga banyak tumbuhan lain akan hidup di daerah ini. Keseluruhan proses ini menyebabkan populasi berubah dan komunitas berkembang secara bersinambungan.

Belum lama ini di Indonesia terjadi tsunami di Aceh, termasuk golongan suksesi apa? Pikirkan!

F TIPE-TIPE EKOSISTEM

Populasi suatu ekosistem tidak bersifat statis, melainkan berjalan dinamis, mengapa demikian? Karena populasi di dalam suatu ekosistem selalu berubah-ubah sebagai akibat adanya adaptasi dengan lingkungannya atau respon terjadinya perubahan pada lingkungan tempat tinggalnya, misalnya karena terjadinya pergantian musim dari kemarau ke musim hujan.

Kemampuan beradaptasi untuk mempertahankan diri organisme akan menimbulkan tipe-tipe dari suatu ekosistem. Bagaimana cara kita mengetahui tipe-tipe ekosistem tersebut? Ada berapa macam tipe ekosistem Indonesia?

Untuk mengetahui tipe-tipe dari suatu ekosistem, kita harus mengetahui ciri-ciri atau karakter yang paling menonjol dari komunitas pada suatu ekosistem. Sebagai contoh pada ekosistem daratan, ciri yang menonjol adalah komunitas vegetasinya, mengapa? Karena komunitas vegetasi pada ekosistem daratan merupakan ciri yang paling mudah kita kenali dari penampakan luarnya yang selalu berinteraksi antara tumbuhan dan atau hewan dengan lingkungan tempat tinggalnya (habitatnya).

Pada dasarnya ekosistem di Indonesia termasuk ke dalam 3 kelompok utama ekosistem, yaitu ekosistem bahari (laut), ekosistem darat alami, dan ekosistem buatan.

Perlu Diketahui

Gempa bumi dan tsunami di Aceh tahun 2004 telah membuat porak poranda sekitar 250.000 hektar batu karang dan menghancurkan 25.000 hektar hutan bakau (mangrove) serta habitat rumput laut di sepanjang pantai sebanyak 12 hektar. Dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk memulihkan tulang punggung ekosistem kelautan ini.

1. Ekosistem Bahari/Laut

Ekosistem bahari/laut terdiri atas ekosistem perairan dalam, ekosistem pantai pasir dangkal/bitarol, dan ekosistem pasang surut.

a. Ekosistem Perairan Dalam

Komunitas ekosistem perairan dalam di Indonesia belum banyak diketahui secara pasti. Hal ini dikarenakan belum dikuasainya perangkat teknologi untuk meneliti hingga mencapai perairan dalam, tetapi secara umum keanekaragaman komunitas kehidupan yang ada pada perairan dalam tersebut tidaklah setinggi ekosistem di tempat lain. Komunitas yang ada hanya konsumen dan pengurai, tidak terdapat produsen karena pada daerah ini cahaya matahari tidak dapat tembus. Makanan konsumen berasal dari plankton yang mengendap dan vektor yang telah mati. Jadi, di dalam laut ini terjadi peristiwa makan dan dimakan. Mengapa demikian? Coba Anda pikirkan!

Jika diamati hewan-hewan yang hidup di perairan dalam warnanya gelap dan mempunyai mata yang peka dan mengeluarkan cahaya. Daur mineralnya terjadi karena gerakan air dalam pantai ke tengah laut pada lapis atas. Perpindahan air ini digantikan oleh air dari daerah yang terkena cahaya, sehingga terjadi perpindahan air dari lapis bawah ke atas.

b. Ekosistem Pantai Pasir Dangkal

Komunitas ekosistem pantai pasir dangkal terletak di sepanjang pantai pada saat air pasang. Luas wilayahnya mencakup pesisir terbuka yang tidak terpengaruh sungai besar atau terletak di antara dinding batu yang terjal/curam. Komunitas di dalamnya umumnya didominasi oleh berbagai jenis tumbuhan ganggang dan atau rerumputan. Jenis ekosistem pantai pasir dangkal ada tiga, yaitu sebagai berikut.

1) Ekosistem Terumbu Karang

Ekosistem ini dapat kita jumpai di perairan jernih. Terumbu karang terbentuk sebagai hasil dari kegiatan berbagai hewan laut seperti kerang, siput, cacing, Coelenterata dan alga kapur (*Halimeda*). Syarat hidup binatang kerang, yaitu airnya jernih, arus gelombang kecil, dan lautnya dangkal. Ekosistem ini dapat kita temukan di pantai sebelah barat Sumatra, pantai selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, serta pantai utara Sulawesi dan Maluku.



Sumber: www.wikipedia.com

Gambar 10.17 Terumbu karang

2) Ekosistem Pantai Batu

Jenis ekosistem ini terbentuk dari bongkahan-bongkahan batu granit yang besar atau berupa batuan padas yang terbentuk dari proses konglomerasi (berkumpul dan menyatunya) antara batu-batu kecil atau kerikil dengan tanah liat dan kapur. Ekosistem tersebut biasanya didominasi vegetasi jenis *Sargassum* atau *Eucheuma*. Di mana ekosistem pantai batu itu dapat kita jumpai? Ekosistem ini dapat kita jumpai di wilayah pesisir berbukit yang berdinding batu mulai dari sepanjang pantai barat Sumatra, pantai selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, sampai pantai selatan Maluku.

3) Ekosistem Pantai Lumpur

Ekosistem pantai lumpur terbentuk dari pertemuan antara endapan lumpur sungai dengan laut yang berada di muara sungai dan sekitarnya. Apabila sungainya besar, lumpur tersebut membentang luas sampai menjorok ke laut. Di mana dapat kita jumpai ekosistem pantai lumpur ini? Ekosistem pantai lumpur terdapat di muara yang disebut sebagai monsun estuaria. Habitatnya berbagai jenis biota ikan gelodok. Komunitas tumbuhannya adalah *Tricemia*, *Skeratia*, dan rumput laut/*Enhalus acoroides*. Binatang-binatang ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Biasanya ekosistem pantai lumpur dapat kita jumpai di pantai-pantai pada pulau cukup besar yang memiliki sungai-sungai lebar seperti di Pulau Kalimantan, Irian Jaya, Sumatra, dan Jawa.

2. Ekosistem Darat Alami

Di negara kita Indonesia, ekosistem jenis ini terbentuk dari tiga vegetasi utama, yaitu vegetasi pamah, vegetasi pegunungan, dan vegetasi monsun.

a. Vegetasi Pamah/Dataran Rendah

Vegetasi pamah merupakan vegetasi dataran rendah bagian terbesar hutan yang mencakup kawasan paling luas di Indonesia, terdiri atas vegetasi rawa dan vegetasi darat yang terletak pada ketinggian antara 0–1000 m di atas permukaan laut (dpl). Vegetasi ini meliputi jenis-jenis berikut.

1) Hutan Bakau

Hutan bakau tersebar hampir di seluruh pantai Kepulauan Indonesia. Jumlah jenis hutan bakau sekitar 95 jenis tumbuhan, komposisi jenis hutan tersebut dapat berbeda antara satu dengan lainnya, tergantung dari kombinasi faktor-faktor habitat yang mempengaruhinya. Penyebaran berbagai jenis bakau terletak mulai dari laut ke arah daratan membentuk jalur berbeda-beda.

a) Jalur Pedada (*Soneratia* sp), jalur ini selalu terendam air asin setiap terjadi pasang yang tinggi karena menjadi perintis endapan lumpur pada batas air surut dengan jenis tumbuhan meliputi *Soneratia* spp dan *Avicenia* spp.

b) Jalur Bakau (*Rhizophora* sp.), merupakan hutan bakau yang memiliki perakaran khas (akar napas) dengan jenis tumbuhan meliputi *Rhizophora* sp., *Bruguiera* spp dan *Ceriops* spp.
c) Jalur Tancang (*Bruguiera* sp.), jalur ini berada paling dekat dengan daratan sehingga hanya dapat dicapai air pasang surut yang luar biasa tinggi seperti pada saat air pasang bulan purnama atau gerhana bulan, dengan jenis tumbuhan meliputi *Bruguiera* spp, *Kondelia* spp, *Rhizophora* spp. dan lain-lain.
d) Jalur nipah jalur ini terdapat ke arah daratan, di daerah ini cukup kering. Pada lautan bakau dilingkari oleh lautan nipah (*Nypa fruticans*). Hewan-hewan yang terdapat pada hutan bakau, antara lain udang-udangan, kerang, ikan glodok, kerang, kepiting, cacing laut, ular, buaya muara, kadal, dan berbagai jenis burung.

2) Hutan Rawa Air Tawar

Hutan rawa air tawar berada dalam kawasan yang luas, terletak di belakang hutan bakau. Berbagai jenis hutan rawa terdapat di delta, umumnya mempunyai pohon-pohon dengan ketinggian yang sama, sekitar 30 m memiliki kanopi lebat. Hal ini disebabkan di delta secara teratur dibanjiri air tawar sebagai akibat gerakan pasang surut.

3) Hutan Tepi Sungai

Hutan tepi sungai terdapat di sepanjang tepi sungai besar yang merupakan habitat transisi dengan hutan rawa air tawar. Vegetasinya terdiri atas tumbuhan rawa musiman yang berbeda. Lapisan tanahnya dalam, subur, dan gembur. Sebagian besar tumbuhannya memiliki perakaran kuat, berkayu, daunnya menyempit, dan penyebaran bijinya melalui air atau ikan. Hutan tepi sungai merupakan habitat kayu ulin (besi) dan tengkawang, terdapat di Kalimantan.

Hutan tepi sungai juga dapat dijumpai di tebing-tebing berbatu yang vegetasinya sebagian besar berupa tumbuhan berkayu dengan perakaran kuat yang hidup di antara celah-celah batu, jenis tumbuhannya adalah *reofit*.

4) Hutan Rawa Gambut

Hutan rawa gambut terbentuk dari timbunan gambut yang sangat tebal, berkisar antara 0,5 – 20 m. Permukaan gambut terbentang luas berbentuk cekung yang tidak terkena genangan air sehingga bersifat asam dengan pH<4 dan kandungan haranya rendah. Hal itu menyebabkan jenis tumbuhannya terbatas, yaitu pohon-pohonnya tinggi, kurus, dan tidak lebat. Hutan rawa gambut di Indonesia banyak terdapat di Pulau Kalimantan.

5) Hutan Sagu

Hutan sagu berkembang baik di daerah dengan aliran air tawarnya yang teratur. Di bawah hutan sagu tidak terdapat tumbuhan lain dan lainnya terdiri atas lapisan serasah daun bergambut. Hutan sagu dibedakan menjadi dua jenis, yaitu hutan sagu murni dan hutan sagu campuran dengan hutan lain. Habitat kedua jenis hutan sagu tersebut dapat Anda jumpai di Maluku dan Irian Jaya

b. Vegetasi Pegunungan

Vegetasi pegunungan terletak di ketinggian lebih dari 1000 m di atas permukaan laut (dpl) dengan vegetasi yang beraeneka ragam seperti hutan pegunungan, padang rumput, vegetasi lereng terbuka berbatu, vegetasi alpin dan danau.

1) Vegetasi Hutan Pegunungan

Jenis hutan pegunungan ada dua, yaitu sebagai berikut.

a) Hutan pegunungan bawah, yaitu berada pada ketinggian berkisar 1000–1500 m dpl. Semakin ke atas vegetasinya semakin rendah, jika tumbuh semakin tinggi maka diameternya semakin kecil. Vegetasi pada punggung dan lereng gunung umumnya berupa pohon pendek atau semak-semak. Vegetasinya meliputi tanaman anggrek, paku-pakuan, dan lumut.
b) Hutan pegunungan atas berada pada ketinggian berkisar 1500-3300 m dpl. Hutannya lebat dengan ketinggian pohonnya mencapai 25 m, variasi vegetasinya lebih sedikit dibandingkan dengan hutan pegunungan di bawahnya.

2) Vegetasi Padang Rumput

Padang rumput terletak pada ketinggian berkisar antara 2500-4100 m dpl yang berada di Pegunungan Irian Jaya dan Kamabu. Jenis vegetasinya meliputi padang rumput dengan paku pohon, padang rumput semak tepi hutan, padang rumput merumpun, vegetasi lumut kerak, dan hutan sub alpin. Adapun vegetasi rawa subalpin selain berada di Irian Jaya dan Kamabu juga berada di Jawa seperti di Gunung Dieng, Gunung Gede, dan Gunung Patuha.

3) Vegetasi Danau

Danau umumnya berada di pegunungan dengan ketinggian lebih dari 1500 m dpl. Vegetasi danau mempunyai daerah yang kaya mineral hasil perairan meliputi daerah perairan terbuka sampai perairan tertutup. Tumbuhan danau berada di Gunung Dieng.



Sumber: Catalogue Calender 98, GK

Gambar 10.18 Danau

c. Vegetasi Monsun

Vegetasi monsun berada di daerah beriklim kering musiman dengan kelembapan udara lebih dari 33% dan curah hujan sekitar 1500 mm/th. Jenis vegetasinya seperti berikut.

1) Padang Rumput

Padang rumput ini menempati kawasan yang sangat luas dan biasanya bersinambungan dengan savana. Vegetasinya terdiri atas komunitas campuran berbagai rumput, terna, dan perdu.

2) Savana

Savana terdiri atas padang rumput dengan pohon terpencar jarang sampai lebat. Savana terdapat di Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya.

3) Hutan Monsun

Hutan monsun berada pada ketinggian berkisar 0–800 m dpl, vegetasinya terdiri atas pohon-pohon setinggi sekitar 25 m dan memiliki batang yang kurus dan bercabang rendah. Terdapat di jawa Timur, NTT, Sulawesi Selatan dan Tenggara.

3. Ekosistem Buatan

Ekosistem suksesi buatan merupakan ekosistem yang dengan sengaja dibuat sesuai kebutuhan manusia seperti pembuatan danau/waduk/bendungan, hutan tanaman, agroekosistem, dan sebagainya. Beberapa contoh ekosistem buatan sebagai berikut.

a. Bendungan/Waduk

Adakah waduk/bendungan di daerah tempat tinggal Anda? Tujuan dibangunnya waduk/bendungan, yaitu sebagai tempat penampungan air untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti pengairan/irigasi pertanian, pembangkit tenaga listrik, tempat rekreasi, dan sarana olahraga. Selain itu, waduk merupakan ekosistem baru dengan substrat dasar biasanya berasal dari kebun atau sawah maupun hutan dengan sifat geologi yang berbeda-beda.

Pada umumnya, komunitas biotik terbentuk masih dalam fase suksesi dengan umur yang berbeda-beda seperti pada mulanya berbagai macam ikan ditebarkan kemudian banyak tumbuhan pendatang tumbuh, misalnya kiambang dan enceng gondok yang menutupi permukaan dan menjadi dominan di waduk itu.

b. Hutan Tanaman

Hutan tanaman merupakan vegetasi yang terdiri atas tanaman budidaya bernilai tinggi yang dengan sengaja ditanam pada kawasan tertentu. Biasanya jenis tanaman yang dibudidayakan bernilai tinggi, seperti tanaman jati, mahoni, pinus, damar rasamala, ampupu, manglit, dan puspa. Coba, carilah informasi dari berbagai sumber tentang manfaat/kegunaan dari beberapa tanaman itu.

c. Agroekosistem

Agroekosistem merupakan ekosistem yang dengan sengaja dibuat untuk keperluan pertanian. Keanekaragaman ekosistem ini dipengaruhi oleh faktor jenis tanah, topografi, iklim, dan budaya. Agroekosistem yang dikembangkan di Indonesia pada saat ini antara lain:

1) sawah irigasi,
2) sawah tadah hujan,
3) sawah surjan,
4) sawah rawa,
5) sawah pasang surut,
6) tambak,
7) kolam,
8) kebun,
9) pekarangan,
10) perkebunan,
11) ladang.

RANGKUMAN

1. Setiap makhluk hidup memerlukan suatu lingkungan tertentu sebagai tempat hidupnya yang disebut *habitat* dan setiap jenis makhluk hidup memerlukan tempat yang sesuai dengan cara hidupnya yang disebut *niche*.
2. Individu merupakan satu species makhluk hidup di tempat tertentu. Jika terdiri atas kelompok individu lebih dari satu species yang menduduki areal tertentu disebut *populasi*.
3. *Komunitas* adalah semua populasi berbagai macam species yang menempati suatu habitat.
4. *Ekosistem* merupakan suatu bentuk hubungan timbal balik antara komponen hidup (*biotik*) meliputi manusia, hewan, dan tumbuhan dan komponen tak hidup (*abiotik*) yang meliputi sinar matahari, iklim, suhu, kelembapan, air dan tanah dengan lingkungannya.
5. Interaksi dalam ekosistem dapat terjadi antara komponen biotik dan abiotik, interaksi ini terjadi, baik antarindividu dalam populasi maupun individu dalam komunitas.
6. Di dalam ekosistem ada organisme yang dapat membuat/mencukupi kebutuhan untuk dirinya sendiri disebut produsen primer (*autotrof*) dan organisme yang tidak dapat membuat makanannya sendiri yang disebut *heterotrof*.
7. Ekosistem adalah suatu sistem yang dinamis karena selalu terjadi perubahan-perubahan secara terus menerus yang ditandai dengan adanya aliran energi, daur materi, dan produktivitas ekosistem.
8. Energi dalam bentuk makanan akan berpindah dari organisme tingkat tinggi ke organisme lain yang tingkatannya lebih rendah melalui rentetan organisme memakan organisme berikutnya yang disebut rantai makanan. Setiap tingkatan pada rantai makanan itu disebut taraf trofi, dan di antara rantai-rantai makanan itu saling berhubungan satu sama lain yang disebut jaring-jaring makanan.
9. Energi yang tersedia untuk tingkat trofi pada rantai makanan, semakin tinggi tingkat trofi semakin sedikit sehingga membentuk sebuah piramida yang disebut piramida ekologi, meliputi piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.
10. Aliran materi yang melibatkan unsur senyawa kimia mengalami perpindahan lewat organisme (biotik) dan beredar kembali ke lingkungan fisik (abiotik) disebut daur biogeokimia yang meliputi unsur karbon, oksigen, nitrogen, dan air.

11. Populasi di dalam suatu ekosistem selalu berubah-ubah sebagai akibat dari adaptasi dengan lingkungannya atau respon karena terjadi perubahan pada lingkungan tempat tinggalnya. Kemampuan beradaptasi untuk mempertahankan diri organisme akan menimbulkan tipe (kelompok) suatu ekosistem.
12. Suksesi merupakan urutan perubahan bentuk komunitas secara bertahap dalam waktu cukup lama suksesi menurut asal terjadinya ada 2 macam, yaitu suksesi primer dan sekunder.
13. Di Indonesia terdapat tiga kelompok utama ekosistem, yaitu ekosistem bahari (laut), ekosistem darat alami, dan ekosistem buatan.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Di dalam ekosistem, setiap makhluk hidup memerlukan tempat yang sesuai dengan cara hidupnya yang disebut
 a. individu
 b. pupulasi
 c. komunitas
 d. niche
 e. habitat
2. Produsen di dalam ekosistem ada organisme yang dapat mensintesis makannya dari molekul organik dengan bantuan energi kimia, organisme tersebut adalah
 a. bakteri belerang
 b. bakteri nitrogen
 c. detritivor
 d. detritus
 e. rayap
3. Ekosistem merupakan suatu sistem yang dinamis. Hal itu ditandai dengan adanya bentuk daur materi yang melibatkan unsur-unsur senyawa kimia yang mengalami perpindahan yaitu abiotik dan biotik yang disebut
 a. aliran energi
 b. suksesi
 c. produktivitas ekosistem
 d. interaksi ekosistem
 e. daur biogeokimia

4. Rantai makanan merupakan suatu rentetan organisme memakan organisme sebelumnya dan sebagai penyedia bahan makanan bagi organisme berikutnya. Mata rantai yang berawal dari organisme perombak adalah
 a. rantai makanan perumput
 b. rantai makanan detritus
 c. rantai makanan parasit
 d. rantai makanan predator
 e. jaring-jaring makanan
5. Energi yang tersedia untuk tingkat taraf trofi pada rantai makanan adalah semakin tinggi taraf trofi, energinya semakin sedikit yang disebut piramida ekologi. Macam-macam piramida ekologi adalah sebagai berikut, *kecuali*
 a. piramida berat
 b. piramida jumlah
 c. piramida materi
 d. piramida energi
 e. piramida makanan
6. Fiksasi nitrogen oleh bakteri *Rhizobium* yang hidup pada bintil-bintil akar kacang tanah, kemudian diubah menjadi
 a. amoniak
 b. nitrat
 c. sulfur
 d. fosfor
 e. karbon
7. Setiap jenis makhluk hidup memiliki fungsi sendiri-sendiri di dalam suatu ekosistem, yaitu makhluk hidup sebagai
 a. produsen – konsumen – perombak – detrivor
 b. produsen – konsumen – predator – perombak
 c. produsen – konsumen – predator – detritivor
 d. produsen – konsumen – pengurai – perombak
 e. produsen – konsumen – perombak – predator
8. Di Indonesia memiliki ekosistem darat alami yang terbentuk dari vegetasi utama, vegetasi yang berperan di daerah beriklim kering pada umumnya disebut
 a. vegetasi pegunungan
 b. vegetasi pamah
 c. vegetasi monsun
 d. vegetasi hutan
 e. vegetasi padang rumput

9. Setiap jenis makhluk hidup di dalam suatu ekosistem mempunyai kemampuan beradaptasi untuk mempertahankan diri, sehingga timbullah tipe-tipe suatu ekosistem, antara lain sebagai berikut, *kecuali*
 a. ekosistem bahari
 b. ekosistem darat alami
 c. ekosistem hutan bakau
 d. ekosistem buatan
 e. ekosistem laut

10. Sampah kayu → cacing tanah → burung → ular

 Perhatikan contoh di atas!

 Contoh tersebut menunjukkan rantai makanan
 a. perumput
 b. detritus
 c. parasit
 d. detritivor
 e. produsen

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku tugas Anda!

1. Jelaskan tentang niche, komunitas, dan ekosistem!
2. Jelaskan tentang komponen biotik dan abiotik penyusun ekosistem!
3. Apa yang dimaksud dengan suksesi? Menurut asal terjadinya suksesi, ada berapa macam suksesi? Jelaskan!
4. Setiap makhluk hidup dalam ekosistem memiliki peranan sendiri-sendiri. Sebutkan peranan masing-masing makhluk hidup tersebut!
5. Apakah maksud pernyataan "ekosistem merupakan suatu sistem yang dinamis"!
6. Sebutkan tingkatan trofi pada rantai makanan yang terdapat dalam ekosistem!
7. Sebutkan macam-macam piramida ekologi dan tunjukkan letak perbedaannya!

8. Gambar dan jelaskan mengenai siklus CO_2!
9. Tuliskan persamaan proses nitrifikasi oleh bakteri!
10. Mengapa dapat muncul tipe-tipe ekosistem di permukaan bumi?

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Di daerah hutan hujan tropik terdapat banyak hewan yang hidup di pepohonan. Apakah yang menyebabkan terjadinya keadaan ini? Berikan penjelasan disertai alasan yang tepat!
2. Di negara kita terdapat wilayah pedesaan maupun wilayah perkotaan. Apakah dua wilayah itu dapat disebut sebagai ekosistem? Jelaskan jawaban Anda disertai alasan yang tepat!
3. Gambarlah ekosistem yang ada di lingkungan sekitar tempat tinggal Anda! Jelaskan tentang rantai makanan yang terdapat di dalamnya!

BAB 11 KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DAN PERUBAHANNYA

Tujuan Pembelajaran

Pada bab ini Anda akan mempelajari tentang hal-hal yang berkaitan dengan lingkungan dan pencemaran yang terjadi di dalamnya. Dengan mempelajari materi ini, diharapkan Anda dapat mengetahui kegiatan-kegiatan manusia yang dapat menyebabkan lingkungan tercemar serta dapat mengetahui usaha-usaha untuk mencegah dan mengatasi pencemaran lingkungan. Selain itu diharapkan pula Anda dapat mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan limbah sehingga dapat mengelolanya dengan tepat.

Tuhan Yang Maha Esa telah menganugerahkan alam beserta isinya untuk manusia agar dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Perhatikan kenampakan seperti tampak pada Gambar 11.1. Manusialah yang paling berperan dalam mengelola alam beserta isinya. Seiring dengan perkembangan zaman, cara manusia mengelola lingkungan mengakibatkan kerusakan lingkungan itu sendiri. Kerusakan lingkungan antara lain disebabkan adanya pencemaran lingkungan.

Kata Kunci

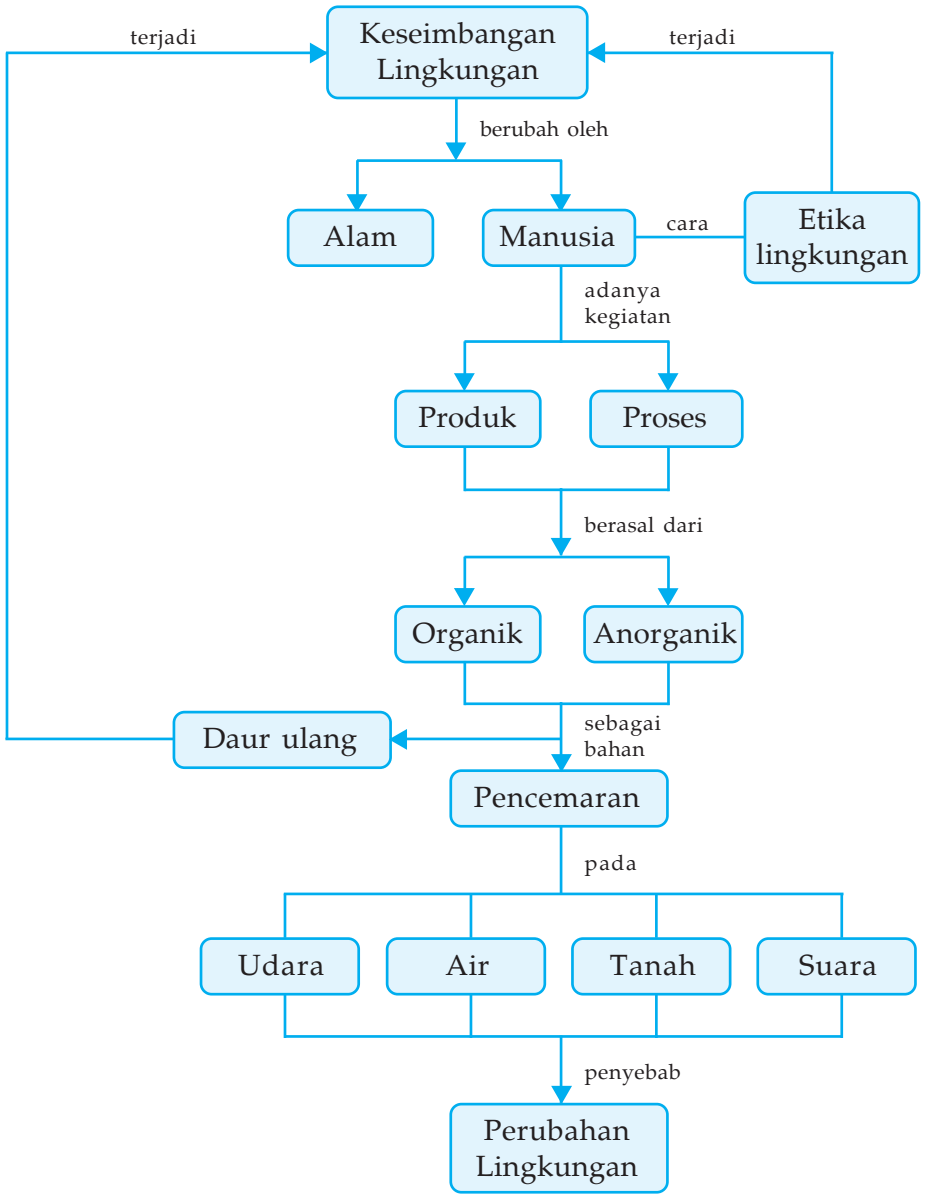
- limbah
- perubahan
- pencemaran
- individu
- populasi
- daur ulang
- etika lingkungan



Sumber: Ensiklopedia Populer Anak Jilid 2, 1998

Gambar 11.1 Alam beserta isinya

PETA KONSEP


Keseimbangan Lingkungan
terjadi
terjadi
berubah oleh
Alam
Manusia
cara
Etika lingkungan
adanya kegiatan
Produk
Proses
berasal dari
Organik
Anorganik
sebagai bahan
Daur ulang
Pencemaran
pada
Udara
Air
Tanah
Suara
penyebab
Perubahan Lingkungan

A KESEIMBANGAN LINGKUNGAN

Lingkungan hidup merupakan ruang yang ditempati makhluk hidup bersama faktor biotik dan abiotik. Pada bab 10 telah dijelaskan bahwa ruang lingkup ekosistem hanya membahas hubungan atau interaksi antara komponen biotik dan komponen abiotik. Pada bab ini ruang lingkup lingkungan hidup akan dibahas karena selain membahas hubungan faktor biotik dan abiotik juga membahas tentang akibat hubungan antara manusia dengan lingkungannya.

Suatu lingkungan dikatakan seimbang apabila dinamika dalam ekosistem yang meliputi rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan tiap-tiap organisme pada tingkat trofi berperan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Keseimbangan lingkungan tersebut ditentukan oleh keseimbangan ekosistem yang terdiri atas keseimbangan antara aliran energi yang masuk dan energi yang digunakan, keseimbangan antara bahan makanan yang terbentuk dan bahan makanan yang digunakan, serta keseimbangan antara komponen biotik dan komponen abiotik. Dengan demikian, tidak ada satu pun makhluk hidup yang berkembang lebih cepat dan mendominasi organisme lainnya. Agar lebih jelas mengenali keseimbangan lingkungan coba Anda perhatikan keseimbangan lingkungan ekosistem sawah pada Gambar 11.2!



Gambar 11.2 Ekosistem sawah

Sumber: Ensiklopedia Populer Anak Jilid 2, 1998

Jika kita perhatikan ekosistem sawah tersebut dapat kita ketahui tanaman padi (produsen) tumbuh subur dan produksi melimpah karena bahan makanan padi cukup tersedia, akibatnya perkembangan populasi tikus (konsumen I) semakin meningkat. Sampai berapa banyak perkembangan populasi tikus itu?

Pada batas tertentu, perkembangan populasi tikus tidak akan bertambah, bahkan akan menurun kembali seperti semula. Hal ini disebabkan tikus dimangsa ular (konsumen II) sebagai makanannya, akibatnya perkembangan populasi ular semakin meningkat, tetapi apabila jumlah populasi tikus semakin berkurang karena dimangsa ular, maka jumlah populasi ular juga akan berkurang sampai seperti keadaan populasi semula. Keadaan ekosistem sawah tersebut berlangsung silih berganti. Dengan demikian, pengendalian populasi terjadi secara alami sehingga terciptalah suatu keseimbangan lingkungan.

Jika salah satu dari populasi dalam rantai makanan pada ekosistem sawah itu mengalami kepunahan atau hilang, keadaan ini akan mengakibatkan perubahan pada lingkungannya. Apabila hal ini berlangsung terus-menerus maka keseimbangan lingkungan akan terganggu dan tidak dapat dipertahankan lagi. Jika lingkungan mengalami perubahan, bagaimana dengan makhluk hidup yang ada di dalamnya?

B PERUBAHAN LINGKUNGAN

Terjadinya perubahan lingkungan akan mempengaruhi keberadaan atau kelangsungan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Makhluk hidup pada suatu lingkungan selalu tergantung antara satu dengan yang lain. Jika ada salah satu komponen yang berubah, akan menyebabkan perubahan pada makhluk hidup lain yang tidak mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi. Faktor-faktor apa sajakah yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan?

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan atau kerusakan lingkungan adalah sebagai berikut.

1. Faktor Alam

Lingkungan dalam suatu ekosistem dapat mengalami perubahan sebagian atau menyeluruh. Biasanya perubahan total terjadi akibat bencana alam, seperti banjir, lahar panas atau lahar dingin, letusan gunung berapi, gempa, gelombang tsunami, dan lain-lain. Bagaimana keadaan suatu wilayah jika terkena suatu bencana? Coba Anda jelaskan!

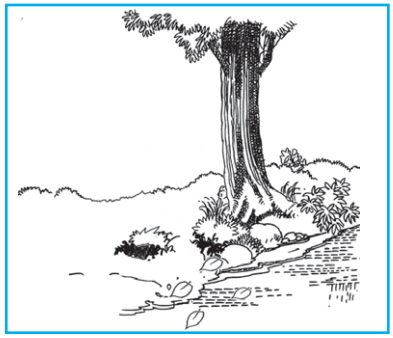
Terjadinya kerusakan atau perubahan yang diakibatkan oleh faktor alam dapat merusak habis semua komunitas yang ada di lingkungan tersebut. Komunitas itu akan muncul kembali (*suksesi*) yang membutuhkan waktu cukup lama, bahkan sampai ratusan tahun, contohnya suksesi pada Gunung Krakatau akibat letusan dahsyat yang terjadi lebih dari 150 tahun yang lalu.

2. Faktor Manusia

Sekarang ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat maju sesuai dengan kemajuan peradaban manusia. Untuk memenuhi tuntutan kebutuhan hidupnya, manusia menggunakan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai sarana untuk memanfaatkan sumber daya alam di lingkungannya. Dengan ilmu dan teknologi, manusia mampu mempengaruhi sumber daya alam di lingkungan sekitar sesuai kehendaknya.

Sumber daya alam yang ada di lingkungan alam sekitar kita bisa berupa pangan, sandang, papan, transportasi, berbagai macam peralatan, dan mesin-mesin industri. Semakin besar jumlah populasi manusia dan semakin maju teknologi, semakin banyak pula ragam dan jumlah sumber daya alam yang dapat diambil dari lingkungan sehingga semakin besar kerusakan yang timbul akibat dari kegiatan manusia tersebut. Contohnya, akhir-akhir ini di Pulau Kalimantan dan Sumatra sering terjadi pembakaran hutan secara besar-besaran. Selain merusak lingkungan setempat, kebakaran hutan juga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan sekitarnya. Pencemaran lingkungan dapat berupa pencemaran air, tanah, udara, maupun suara.

C PENCEMARAN LINGKUNGAN



Gambar 11.3 Beberapa lembar daun jatuh di sungai



Gambar 11.4 Seseorang membuang sampah ke sungai

Perhatikan Gambar 11.3 dan tindakan seseorang pada Gambar 11.4! Coba carilah letak perbedaan akibat yang ditimbulkan dari peristiwa dan tindakan orang tersebut!

Kita lihat pada Gambar 11.3, beberapa daun jatuh dari pohon ke sungai. Sehelai daun tersebut mungkin tidak berarti apa-apa karena terbawa arus sungai yang alirannya agak deras dan airnya jernih. Adapun Gambar 11.4, memperlihatkan seseorang yang sedang membuang sampah dalam jumlah banyak ke dalam sungai. Tindakan orang ini akan menimbulkan masalah, karena selain aliran sungai menjadi terganggu, juga menjadikan airnya keruh serta dapat pula menimbulkan bau yang tidak sedap. Hal ini mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di sungai.

Masuknya bahan ke dalam lingkungan yang menyebabkan gangguan terhadap makhluk hidup di dalamnya disebut *pencemaran*. Jadi, pencemaran lingkungan terjadi akibat dari kumpulan kegiatan manusia (*populas*i) dan bukan dari kegiatan perorangan (*individu*), selain itu pencemaran dapat diakibatkan oleh faktor alam, contoh gunung meletus yang menimbulkan abu vulkanik, seperti meletusnya Gunung Merapi belum lama ini.

Manusia tidak dapat mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh faktor alam, tetapi hanya dapat mengendalikan pencemaran yang diakibatkan oleh faktor kegiatan manusia itu sendiri seperti limbah rumah tangga, industri, zat-zat kimia berbahaya, tumpahan minyak, asap hasil pembakaran hutan dan minyak bumi serta limbah nuklir. Manusia tidak dapat mencegah pencemaran tersebut, tetapi dapat berusaha mengurangi terjadinya pencemaran dan dampak yang ditimbulkannya.



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2005

Gambar 11.5 Bencana alam gunung meletus

Mengapa kita harus dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan agar tidak berlanjut? Karena semua makhluk hidup yang ada di bumi ini mempunyai kemampuan beradaptasi yang terbatas terhadap perubahan lingkungannya. Jika perubahan lingkungan diakibatkan oleh pencemaran melampaui batas toleransi (ambang batas), maka makhluk hidup akan mengalami gangguan misalnya keracunan, sulit mendapatkan makanan, perubahan fisiologis, dan terganggu proses reproduksinya.

1. Penyebaran Bahan Pencemar

Perhatikan kembali Gambar 11.4! Bahan pencemar berupa sampah yang dibuang ke sungai tidak hanya berdiam di sungai itu saja, tetapi akan terbawa aliran air sungai dan menyebar ke tempat lain. Pernahkah Anda membuang sesuatu benda yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan? Misalnya, suatu ketika Anda membuang batu baterai bekas di sembarang tempat atau di kebun. Jika pernah, maka Anda telah dikatakan melakukan pencemaran terhadap lingkungan Anda sendiri, mengapa demikian? Karena setelah beberapa hari, batu baterai itu akan hancur dan terurai menjadi bagian-bagian terpisah yang merupakan bahan beracun seperti kadmium, asam sulfat, dan merkuri. Apabila bahan beracun itu larut dalam air dan meresap ke dalam tanah, kemudian menyebar mengikuti aliran air tanah dan mencapai sumur penduduk, maka air sumur tersebut akan tercemar bahan beracun. Air yang beracun ini dapat mengganggu kesehatan orang yang menggunakannya.

Contoh lain, seorang pencari ikan dengan sengaja menebarkan bahan beracun berupa potasium ke sungai. Tindakan ini selain menyebabkan ekosistem sungai rusak karena semua makhluk hidup yang ada di dalamnya mati, juga menyebabkan sisa bahan beracun potasium tersebut terbawa aliran air sungai yang menuju ke waduk, danau. Padahal, waduk atau danau itu

merupakan sumber pengairan/irigasi bagi sawah/ladang pertanian sehingga air yang terserap oleh tanaman juga mengandung racun. Akibatnya bahan pangan tersebut juga akan mengandung racun yang dapat mengganggu kesehatan orang yang mengkonsumsinya. Setelah air dipakai untuk irigasi sawah dan sisanya dibuang ke saluran menuju ke sungai yang bermuara di laut, maka racun itu juga akan terserap oleh fitoplankton. Selanjutnya, fitoplankton dimakan zooplankton, zooplankton dimakan ikan kecil, dan ikan kecil dimakan ikan besar. Karena ikan yang terdapat di perairan laut bebas dapat ditangkap oleh nelayan dari berbagai negara, maka bahan pencemar yang berada di dalam tubuh ikan dapat tersebar ke berbagai negara, bahkan dapat tersebar hingga antarbenua.

2. Sumber-Sumber Pencemaran

Berdasarkan sifat zat pencemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu sebagai berikut.

a. Pencemaran Fisik

Pencemaran fisik merupakan pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, atau gas. Zat cair yang dapat menyebabkan pencemaran misalnya limbah rumah tangga, keluarga, dan limbah pabrik, sedangkan zat padat atau gas yang menyebabkan pencemaran misalnya asap pabrik, asap rokok, dan asap kendaraan bermotor.

b. Pencemaran Kimiawi

Pencemaran kimiawi merupakan pencemaran yang disebabkan oleh zat-zat kimia, misalnya logam berat dan limbah pabrik seperti raksa, timbal.

c. Pencemaran Biologis

Pencemaran biologis disebabkan oleh berbagai macam mikroorganisme penyebab penyakit.

3. Macam-Macam Pencemaran

Di bumi yang kita huni ini terdapat wilayah daratan, perairan, dan udara. Pencemaran lingkungan bisa terjadi pada ketiga wilayah tersebut, sehingga dapat terjadi pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran suara.

a. Pencemaran Udara

Tahukah Anda pencemaran udara terjadi karena masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006

Gambar 11.6 Pencemaran udara

Adapun sumber pencemaran udara berasal dari kebakaran hutan, debu, industri dan transportasi seperti kendaraan bermotor, seperti tampak pada Gambar 11.6.

Bahan pencemaran udara secara umum dapat digolongkan menjadi dua golongan dasar, yaitu partikel dan gas. Bahan-bahan pencemaran udara antara lain seperti berikut.

1) Gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO_2)

Gas *karbon monoksida* (CO) timbul akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Di mana dapat kita dapatkan proses pembakaran tidak sempurna ini? Proses pembakaran tidak sempurna dapat terjadi pada mesin kendaraan, seperti mobil, sepeda motor, mesin dan industri, kereta api, dan lain-lain. Proses pembakaran ini akan menghasilkan gas CO. Contoh jika Anda menghidupkan mesin mobil di dalam garasi, maka garasi harus dalam keadaan terbuka. Apabila garasi berada dalam keadaaan tertutup rapat, maka gas CO yang keluar dari knalpot akan memenuhi ruangan garasi tersebut. Jika terhirup seseorang dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan keracunan yang ditandai dengan badan lemas dan apabila berlanjut lama dapat menyebabkan kematian.

Perlu Anda ketahui gas CO merupakan yang tidak berbau, tidak berasa, dan tidak stabil. Apabila gas CO ini masuk dalam tubuh manusia, maka akan lebih cepat berikatan dengan hemoglobin daripada oksigen sehingga oksigen akan kalah cepat berikatan dengan Hb. Akibatnya, oksigen dalam tubuh berkurang sehingga tubuh terasa pusing dan sakit kepala.

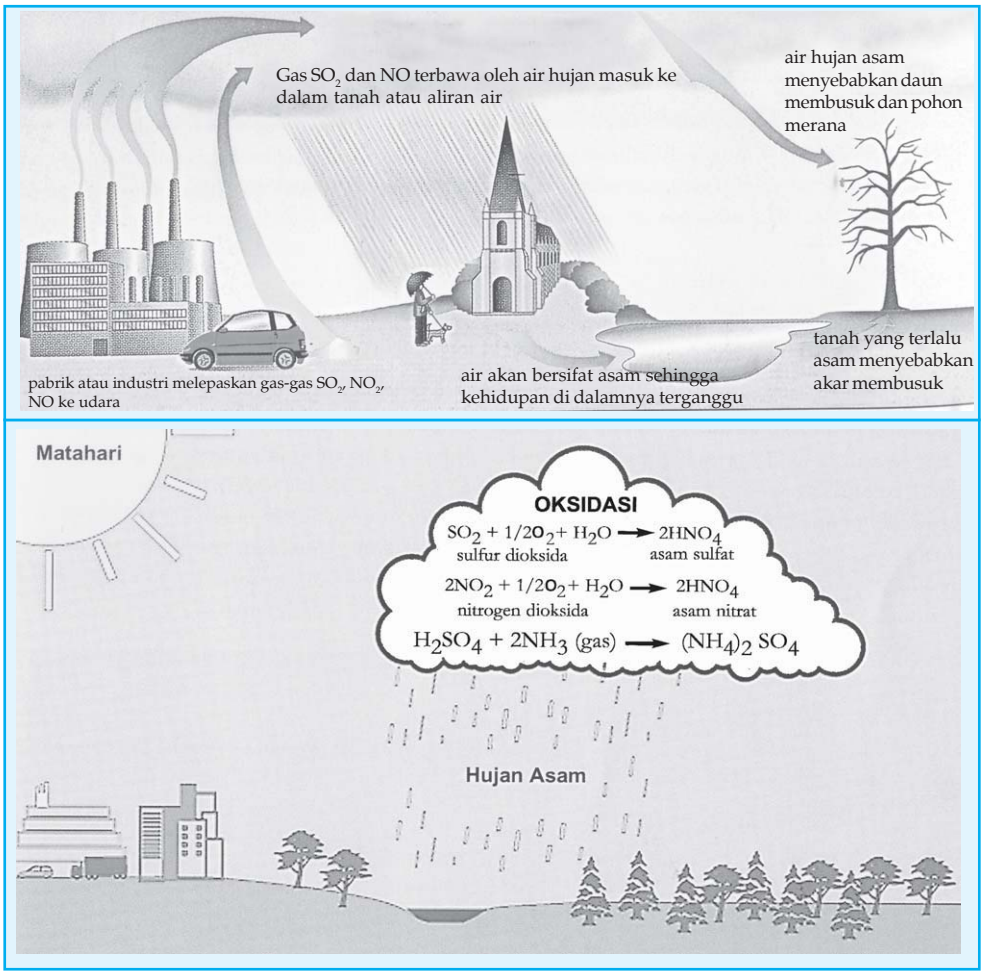
Gas *karbon dioksida* (CO_2) berasal dari hasil pembakaran hutan, industri, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, kapal dan mesin-mesin seperti motor, mobil, serta kereta api. Hasil pembakaran tersebut akan meningkatkan kadar CO_2, sehingga udara tercemar. Apabila kadar CO_2 di udara terus meningkat dan melebihi batas tolerasi dan tidak segera diubah oleh tumbuhan menjadi oksigen, maka dapat menyebabkan terbentuknya rumah kaca yang efeknya akan meningkatkan pemanasan global suhu bumi. Hal tersebut terjadi karena sebagian sinar matahari yang masuk ke bumi dipantulkan ke luar angkasa. Karena tertahan oleh adanya rumah kaca, maka sinar tersebut tetap berada di permukaan bumi dan akan meningkatkan suhu bumi.

2) Gas SO dan SO_2

Gas *belerang dioksida* yang terdapat di udara bebas dapat berupa SO dan SO_2. Gas belerang tersebut dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan batu bara. Jika gas SO atau SO_2 bereaksi dengan gas *nitrogen oksida* dan air hujan akan menyebabkan air hujan menjadi asam yang disebut hujan asam.

Air hujan asam dapat menyebabkan populasi tumbuhan dan hewan akan mati sehingga dapat mengakibatkan menurunnya produksi bahan pangan, barang-barang yang terbuat dari besi atau logam mudah berkarat, gedung-gedung atau jembatan bahkan bangunan candi akan cepat rusak.

Agar lebih jelas tentang proses hujan asam amati Gambar 11.7 kemudian deskripsikan gambar tersebut dan presentasikan di depan kelas!



Sumber: Ensiklopedia Sains dan Kehidupan, 1997

Gambar 11.7 Proses terjadinya hujan asam

Untuk membuktikan adanya hujan asam, kerjakan tugas individu berikut ini!

TUGAS INDIVIDU

1. Tampunglah air hujan secukupnya di dalam ember.
2. Ambil segelas air hujan dan ciumlah baunya.
3. Selanjutnya berkumurlah dengan air itu dan rasakanlah, bagaimana rasanya, terasa tawar atau asam bila dibandingkan dengan air sumur bukan?
4. Selanjutnya cucilah tangan Anda dengan air hujan dan rasakanlah (licin atau kesetkah air hujan itu?). Jika terasa licin berarti air itu bersifat asam.
5. Kesimpulan apa yang Anda dapatkan? Bandingkan hasil kesimpulan Anda dengan teman-teman lain!

3) Gas Kloro Fluoro Karbon (CFC)

Bila kita perhatikan, banyak produk barang yang kita gunakan dalam kegiatan sehari-hari yang menggunakan gas CFC, misalnya parfum yang berwujud aerosol, air conditioner/AC, bahkan beberapa lemari es model lama menggunakan gas CFC pula.

Mengapa gas CFC banyak digunakan pada barang-barang tersebut? Gas CFC memiliki beberapa kelebihan, antara lain tidak berbau, tidak berasa, tidak mudah bereaksi, dan tidak berbahaya secara langsung. Dengan beberapa kelebihan tersebut, maka manusia menggunakan gas CFC untuk keperluan sebagai bahan pengembang seperti semprot rambut (hair spray), parfum semprot, pengembang busa, pendingin/lemari es, dan AC (freon).

Memang gas CFC tidak berbahaya secara langsung, tetapi misalnya ketika kita menyemprotkan hair spray atau parfum, maka gas CFC yang keluar akan langsung terbang membubung tinggi ke angkasa dan mencapai stratosfer. Pada stratosfer terdapat lapisan ozon (O_3) dan kita kenal sebagai pelindung bumi dari sinar ultraviolet matahari. Ingat kembali pelajaran fisika mengenai panjang gelombang. Jika gas CFC beraksi dengan lapisan ozon (O_3), maka akan terbentuk lubang yang kita kenal sebagai lubang ozon. Karena lapisan ozon berlubang, maka sinar ultraviolet matahari langsung menembus dan masuk bumi. Sifat sinar ultraviolet memiliki radiasi tertinggi di antara spektrum sinar-sinar yang lain, sehingga bisa mengakibatkan tumbuhan menjadi kerdil, terjadinya mutasi genetik, menyebabkan terjadinya kanker kulit, terbakarnya retina mata, serta matinya ganggang dan mikroorganisme.

Saat ini diperkirakan besarnya lubang ozon sudah hampir tiga kali luas Benua Eropa. Apa akibatnya jika lubang ozon terus menerus bertambah melebar? Coba pikirkan! Untuk mencegah terjadinya pelebaran lubang ozon yang semakin luas dan parah, maka penggunaan gas CFC semakin dibatasi, terutama di negara-negara maju penggunaan CFC sudah dihentikan (dilarang) sama sekali, sehingga sekarang kita mudah mendapatkan produk barang non-CFC seperti lemari es, AC.

Selain gas-gas tersebut, pencemaran udara bisa juga disebabkan oleh bau dari sampah membusuk, selokan yang tersumbat, bangkai binatang, debu dan sebagainya. Oleh sebab itu, hendaknya kita menjaga kebersihan lingkungan kita agar tidak menimbulkan pencemaran udara.

b. Pencemaran Air

Coba perhatikan Gambar 11.8! Gambar tersebut memperlihatkan pada kita semakin sulitnya mencari air bersih saat ini. Mengapa air bersih saat ini sulit dicari?



Sumber: Geografi SMP Kelas VII, 2005

Gambar 11.8 Mencari air bersih

Dalam kehidupan sehari-hari, makhluk hidup selalu membutuhkan air, termasuk manusia. Kita sangat membutuhkan air bersih untuk berbagai kegiatan antara lain untuk minum, mandi, mencuci, memasak, dan sebagainya. Salah satu ciri air bersih adalah tidak tercemar. Bagaimana air dikatakan tercemar? Air dikatakan tercemar apabila air itu sudah berubah, baik warna, bau, maupun rasanya.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

1) Bahan-Bahan Pencemar Air

Pencemaran air dapat terjadi pada sumber mata air, sumur, sungai, rawa-rawa, danau, dan laut. Bahan pencemaran air bisa berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian, limbah bahan-bahan berbahaya dan beracun, serta tumpahan minyak bumi.

a) Limbah Rumah Tangga

Coba perhatikan kegiatan yang terjadi di dalam rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah makan, penginapan, dan sebagainya! Kegiatan-kegiatan di tempat tersebut akan menghasilkan sampah/limbah yang disebut limbah

rumah tangga. Jadi, limbah rumah tangga merupakan limbah yang berasal dari hasil samping kegiatan perumahan seperti rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan (hotel), rumah makan, dan puing-puing bahan bangunan serta besi-besi tua bekas mesin-mesin atau kendaraan. Limbah rumah tangga bisa berasal dari bahan *organik, anorganik*, maupun bahan berbahaya dan beracun.

Ada dua macam limbah organik yaitu limbah organik basah dan limbah organik kering. Limbah organik basah adalah limbah yang kadar airnya masih cukup tinggi (lebih dari 70%) seperti kulit buah dan sayuran. Sebaliknya, limbah organik kering adalah limbah yang kadar airnya rendah (di bawah 30%) seperti kertas, dedaunan, kayu, dan ranting.

Jenis limbah yang berasal dari bahan anorganik, antara lain seperti besi, aluminium, plastik, kaca, dan bahan kimia. Sedangkan jenis limbah berbahaya dan beracun pada umumnya jenis limbah yang mengandung merkuri seperti kaleng bekas cat semprot, minyak wangi.

b) Limbah Industri

Kegiatan industri selain menghasilkan produk utama (bahan jadi), juga menghasilkan produk samping yang tidak terpakai, yaitu limbah. Jenis limbah yang berasal dari industri dapat berupa limbah organik berbau seperti limbah pabrik tekstil atau limbah pabrik kertas dan limbah anorganik berupa cairan panas, berbuih dan berwarna, yang mengandung asam belerang, berbau menyengat seperti limbah pabrik baja, limbah pabrik emas, limbah pabrik cat, limbah pabrik pupuk organik, limbah pabrik farmasi, dan lain-lain Jika limbah industri tersebut dibuang ke saluran air atau sungai akan menimbulkan pencemaran air dan merusak atau memusnahkan organisme di dalam ekosistem tersebut.

Pernahkah Anda mendengar terjadinya kebocoran tanker minyak di lautan? Apabila ini terjadi dapat membahayakan kehidupan di laut. Ikan-ikan, terumbu karang bahkan binatang-binatang laut akan mati sehingga sangat berpengaruh pada kehidupan manusia. Bagaimana cara mengatasinya? Polutan dibatasi dengan pipa mengapung dan ditaburi dengan zat yang dapat menguraikan minyak yang bertujuan agar polutan tidak tersebar.

c) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Limbah bahan berbahaya dan beracun, antara lain timbul akibat adanya kegiatan pertanian berupa obat-obatan pembasmi hama penyakit (pestisida misalnya insektisida) dan pupuk organik, misalnya urea. Bagaimana insektisida atau urea dapat menimbulkan pencemaran air?

Jika kita membuang insektisida di lingkungan sungai atau danau, maka lingkungan perairan tersebut akan tercemar dan terjadi kerusakan, bahkan yang lebih parah lagi terjadi kepunahan kehidupan di dalam ekosistem tersebut. Hal itu disebabkan setiap jenis makhluk hidup memiliki kemampuan

beradaptasi berbeda terhadap pencemaran. Ada sebagian makhluk hidup yang langsung mati dan sebagian makhluk hidup lain yang masih mampu bertahan terhadap pencemaran, tetapi di dalam tubuhnya terkandung bahan beracun.

2) Pengukuran Bahan Pencemar Air

Pengukuran pencemaran air dapat ditentukan dengan pengukuran secara biologis dan kimia.

a) Pengukuran Pencemaran Air secara Biologis

Pengukuran pencemaran air secara biologis merupakan pengukuran kualitatif (mutu) air tercemar. Pengukuran pencemaran air secara biologis tersebut hanya untuk menentukan besar dan tingkat pencemaran air. Indikator yang sering digunakan biasanya adalah makhluk hidup yang ada di dalam air itu. Alasannya, karena makhluk hidup yang digunakan sebagai indikatornya selalu berada terus menerus di dalam air yang terpengaruh langsung oleh bahan pencemar. Setiap jenis makhluk hidup tersebut mempunyai daya tahan (adaptasi) yang berbeda-beda terhadap bahan pencemar. Jika makhluk hidup itu mempunyai daya tahan tinggi, maka ia akan tetap bertahan hidup, tetapi jika makhluk hidup memiliki daya tahannya rendah atau peka terhadap bahan pencemar, maka akan mudah mati, bahkan punah.

Untuk mengetahui tingkat pencemaran air sungai, kita dapat menggunakan cacing planaria. Bentuk cacing ini pipih dan peka terhadap bahan pencemar. Habitat planaria berada pada lingkungan yang airnya jernih dan banyak mengandung oksigen. Jika di sungai masih banyak kita temukan cacing planaria, berarti sungai tersebut belum tercemar. Apabila keberadaan cacing planaria semakin sedikit atau punah sama sekali, maka dapat dikatakan pencemaran air di sungai itu semakin tinggi.

Meskipun pengukuran pencemaran air secara biologis hanya dilakukan dengan cara pengamatan saja, tetapi hasilnya lebih mudah terlihat dibandingkan dengan pengukuran pencemaran air secara kimia, seperti telah dijelaskan pada uraian di atas. Hal itu disebabkan makhluk hidup yang digunakan sebagai indikatornya selalu terus menerus berada di dalam air yang terpengaruh langsung oleh bahan pencemar.

b) Pengukuran Pencemaran Air secara Kimia

Pengukuran pencemaran air secara kimia merupakan suatu pengukuran untuk menentukan besarnya kadar bahan pencemar dengan menggunakan bahan kimia. Pengukuran pencemaran secara kimia dapat dilakukan antara lain dengan pengukuran kadar CO_2, pengukuran pH air, dan pengukuran *Biological Oxygen Demand* (BOD).

(1) Pengukuran Kadar CO_2

Tingkat pencemaran air dapat diukur dengan cara *tetrimetri* untuk menentukan kadar CO_2 terlarut dalam air. Semakin banyak organisme yang hidup di dalam air, maka semakin tinggi kadar CO_2 yang terdapat di dalam air itu karena gas CO_2 yang terlarut di dalam air berasal dari proses pernapasan organisme yang terdapat di dalam air itu. Semakin banyak organismenya, maka gas oksigen yang terlarut di dalam air semakin banyak, atau sebaliknya.

(2) Pengukuran pH Air

Pengukuran pH air dapat dilakukan dengan cara mencelupkan kertas lakmus di dalam air, kemudian dilihat perubahan warnanya dan dibaca lalu dicocokkan dengan warna standar yang tersedia. Air alami yang belum tercemar memiliki kisaran pH antara 6,5 – 8,5, yang sangat cocok untuk kehidupan organisme di dalam air. Apabila air memiliki pH lebih rendah dari 6,5 maka air tersebut dikatakan asam, sebaliknya jika air memiliki pH lebih tinggi dari 8,5 maka air tersebut dikatakan alkalis. Untuk perubahan (naik atau turun) setiap satu tingkat skala pH maka perubahannya turun atau naik 10 kali dari pH normal, sebagai contoh pH air turun dari 5 ke 4 maka perubahan keasaman turun 10 kali dari kondisi semula. Sebaliknya, apabila pH air naik dari 9 ke 10 maka perubahan kealkalisan naik 10 kali.

Kondisi air yang semakin asam atau semakin alkalis menjadi semakin tidak cocok bagi kehidupan organisme di dalam air, sehingga jika pH air semakin asam akan semakin sedikit organisme yang hidup di dalamnya, bahkan tidak ada sama sekali.

Untuk mengetahui tentang pencemaran air, lakukan Kegiatan Kelompok 1 berikut

KEGIATAN KELOMPOK 1

Tujuan : Mengetahui tingkat keasaman dan tingkat kealkalisan air

Alat dan Bahan :

1. Gelas ukur 5 buah
2. Pengaduk
3. Air bersih 500 ml
4. Air cuka
5. Kapur tulis
6. Kertas lakmus
7. Timbangan

Cara Kerja :

1. Tuangkan air bersih ke dalam 5 gelas ukur, masing-masing sebanyak 100 ml air.

2. Perlakukan seperti berikut:
 a. Pada gelas ukur nomor 1 tambahkan kapur tulis sebanyak 10 gram kemudian aduk hingga terlarut merata.
 b. Pada gelas ukur nomor 2 tambahkan kapur tulis sebanyak 20 gram kemudian aduk hingga terlarut merata.
 c. Pada gelas ukur nomor 3 tanpa perlakuan.
 d. Pada gelas ukur nomor 4 tambahkan air cuka sebanyak 10 ml kemudian aduk hingga terlarut merata.
 e. Pada gelas ukur nomor 5 tambahkan air cuka sebanyak 20 ml kemudian aduk hingga terlarut merata.
3. Celupkan kertas lakmus ke dalam gelas ukur nomor 1, 2, 3, 4, dan 5.
4. Lihat perubahan warnanya. Terjadi perubahan warna apakah pada gelas itu?
5. Bacalah lalu cocokkan dengan tabel warna standar yang tersedia.
6. Diskusikan hasilnya dengan teman sekelas Anda.
7. Bandingkan dengan kelompok lain dan presentasikan hasilnya di depan kelas!

(3) Pengukuran Biological Oxygen Demand (BOD)

Pada pelajaran sebelumnya Anda sudah mengetahui tentang fungsi mikroba. Mikroba berguna untuk menguraikan zat-zat organik dengan memerlukan oksigen, akibatnya kadar oksigen yang terlarut dalam air semakin berkurang. Semakin banyak bahan pencemar organik yang ada di dalam perairan, semakin banyak populasi mikroba sehingga oksigen yang digunakan semakin banyak pula, akibatnya kadar oksigen dalam perairan semakin sedikit atau kecil. Banyaknya oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroba untuk mengoksidasi bahan organik sebagai konsumsi oksigen biologis atau BOD.

BOD dalam proses biologi merupakan indikator pencemaran organik yang paling banyak digunakan sebagai kontrol kualitas air atau untuk menilai kepekatan limbah. Hal ini dilakukan karena teknik BOD tidak memerlukan waktu yang lama dan alat-alat yang digunakan sangat sederhana.

Penentuan BOD meliputi pengukuran DO (*Disolved Oxygen*/oksigen terlarut) yang digunakan oleh mikroorganisme untuk oksidasi biokimia dari bahan organik. Dalam praktik biasanya digunakan inkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C. Untuk menjamin kebenaran hasil yang diperoleh, sering kali sampel diencerkan dengan air pengencer yang telah dipersiapkan khusus sehingga hasilnya cukup dan oksigen tetap tersedia selama periode inkubasi.

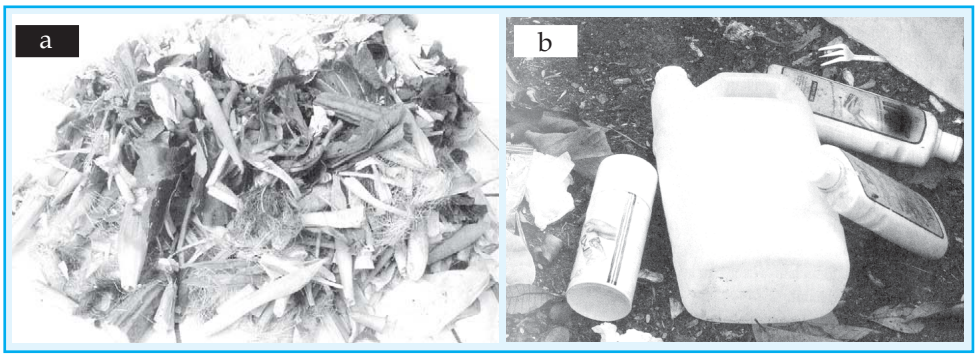
Kontrol kualitas air dengan indikator BOD dan DO lebih tepat digunakan untuk limbah rumah tangga.

c. Pencemaran Tanah

Kita sering membuang sampah (limbah) di sembarang tempat, baik itu di sekolah, di jalan, di rumah maupun di kantor. Berbagai macam sampah yang kita buang tersebut dapat berasal dari bahan organik dan bahan anorganik maupun bahan berbahaya beracun. Besarnya limbah buangan itu sebanding dengan kepadatan atau besarnya jumlah penduduk yang mendiami suatu wilayah. Banyaknya limbah yang dihasilkan di perkotaan jauh lebih besar daripada di pedesaan, limbah kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan dan Semarang jauh lebih besar daripada limbah yang dihasilkan kota-kota lain yang lebih kecil, Coba Anda berikan contohnya!

Pencemaran tanah merupakan peristiwa masuknya zat atau komponen lain ke dalam suatu areal tanah. Pencemaran tanah disebabkan oleh bahan pencemar tanah yang berasal dari bahan organik, biasanya bahan ini dibuang ke tempat yang jauh dari pemukiman manusia. Jika tempat pembuangan sampah berada dekat dengan pemukiman penduduk yang dibiarkan menumpuk (menggunung) dan tidak segera diproses akan menimbulkan pemandangan yang kotor, bau busuk, dan menjadi sumber penyakit. Contoh penyakit diare timbul akibat sanitasi lingkungan yang buruk karena buruknya pengolahan sampah di lingkungan tersebut.

Hampir setiap usaha pertanian selalu menggunakan bahan kimia atau pestisida seperti herbisida, insektisida, fungisida, dan fumigan untuk memberantas hama dan penyakit tanaman. Setelah disemprotkan, pestisida bekerja melawan sasaran tertentu (seperti herbisida membasmi tumbuhan rerumputan, insektisida membasmi serangga), tetapi pada kenyataannya juga bekerja melawan atau mematikan organisme lain yang bukan menjadi sasarannya. Misalnya, timah hitam di dalam arsenik jika digunakan untuk membasmi kumbang kentang, juga dapat membunuh cacing tanah, lebah, dan burung. Sisa pestisida yang terbuang akan meresap ke dalam tanah dan menjadi racun organisme di dalam tanah sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah.



Sumber: Mengolah Sampah, 2006

Gambar 11.9 (a) Sampah organik dan (b) sampah anorganik

d. Pencemaran Suara (Kebisingan)

Pernahkah Anda mengalami sulit tidur atau terganggu karena mendengar suara bising berasal dari mesin kendaraan atau sumber suara lain? Apakah semua jenis suara yang masuk ke telinga menyebabkan Anda terganggu?

Tidak semua jenis suara yang masuk ke telinga dapat menimbulkan suatu gangguan atau pencemaran. Pencemaran suara (kebisingan) disebabkan oleh masuknya suara (bunyi) gaduh di atas 50 desibel disingkat Db (tingkat kebisingan). Bunyi-bunyian yang menyebabkan terjadinya pencemaran suara (kebisingan), biasanya ditimbulkan dari mesin, seperti sepeda motor, mobil, kereta api, kapal, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, dan mesin-mesin industri. Pencemaran suara (kebisingan) itu dapat menyebabkan gangguan pada manusia seperti sulit tidur, tuli, gangguan kejiwaan, penyakit jantung bahkan sampai meninggal dunia.

D DAMPAK PENCEMARAN

Timbulnya berbagai macam pencemaran tersebut pada umumnya menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan atau ekosistem di bumi. Dampak negatif pencemaran itu mengakibatkan terjadinya suatu gangguan, antara lain keracunan dan penyakit, punahnya species, gangguan keseimbangan lingkungan, pemekatan hayati, dan terbentuknya lubang ozon dan rumah kaca.

a. Keracunan dan Penyakit

Bahan pangan seperti padi, jagung, sayuran, buah-buahan, ikan, dan daging yang sudah tercemar, apabila dikonsumsi manusia maka orang yang memakannya dapat mengalami gangguan yaitu keracunan makanan dan bahkan kematian. Jika orang yang mengkonsumsi bahan makanan yang tercemar memiliki daya tahan tubuh tinggi, orang tersebut hanya mengalami gangguan keracunan dan dapat disembuhkan. Tetapi orang yang peka atau memiliki daya tahan tubuh rendah bila mengalami gangguan keracunan bisa berakibat fatal, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

b. Punah dan Tak Terkendalinya Perkembangan Species

Sebagaimana telah kita ketahui bersama, bahwa dampak dari pencemaran dapat mengakibatkan gangguan keracunan bahkan sampai kematian dan penyebab timbulnya penyakit pada makhluk hidup. Setiap jenis makhluk hidup memiliki daya tahan atau kekebalan yang berbeda-beda terhadap pencernaan, ada yang peka dan ada yang tahan. Pada umumnya makhluk hidup yang masih dalam perkembangan fase larva atau fase muda bersifat peka (rentan) terhadap pencemaran, sehingga banyak yang mati, sehingga species makhluk hidup tersebut bisa punah. Tetapi, makhluk

hidup yang sudah mencapai perkembangan pada fase dewasa akan mempunyai daya tahan terhadap pencemaran, ada sebagian yang mati keracunan dan sebagian yang lain masih bertahan hidup.

Apabila yang masih bertahan hidup terus-menerus terkena bahan pencemar akan menjadi kebal sehingga akan terjadi ledakan perkembangan jenis makhluk hidup itu yang semakin tak terkendali. Contohnya, sering kita dengar banyak petani yang gagal panen karena terjadi ledakan perkembangan populasi wereng cokelat tak terkendali yang menyerang, merusak, dan memusnahkan tanaman padi. Pemakaian pestisida yang secara terus menerus dan berlebihan dapat menyebabkan telur-telur burung hantu menjadi rusak, sehingga gagal berkembang (deformasi) menetas menjadi burung. Apabila semua telur misalnya telur burung hantu mengalami deformasi, tidak tertutup kemungkinan beberapa tahun mendatang jenis burung tersebut punah.

c. Gangguan Keseimbangan Lingkungan

Contoh kasus punahnya burung hantu karena telur-telurnya mengalami deformasi merupakan akibat dari gangguan pencemaran. Apabila pada suatu ekosistem salah satu komponennya rusak, maka akan menggangu fungsi komponen yang lain dan mengakibatkan keseimbangan ekosistem terganggu. Padahal setiap jenis makhluk hidup di dalam ekosistem mempunyai fungsi masing-masing, ada yang bertindak sebagai produsen, konsumen I, konsumen II. Apabila salah satu fungsi tersebut terganggu, maka dapat mengganggu fungsi yang lain. Hal itu dapat dibuktikan, pada saat ini sangat sulit kita temukan burung hantu yang terbang di persawahan atau bertengger di pohon kelapa yang sedang mencari mangsanya (tikus).

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa salah satu sebab punahnya burung hantu itu karena telur-telurnya mengalami deformasi. Semakin berkurangnya populasi burung hantu akan menyebabkan populasi tikus berkembang menjadi sangat pesat dan tak terkendali karena jumlah pemangsa (predator) burung hantu semakin sedikit dan tidak seimbang dengan perkembangan tikus. Ledakan perkembangan tikus yang tak terkendali, jika menyerang akan merusak dan menghancurkan tanaman padi, dapat menyebabkan petani gagal panen karena adanya gangguan keseimbangan lingkungannya. Jika hal tersebut dibiarkan terus dan semakin meluas ke tempat lain, bagaimana dengan penyediaan bahan pangan untuk kebutuhan manusia? Coba pikirkan!

d. Pemekatan Hayati

Coba Anda pikirkan apabila suatu perairan tercemar oleh bahan beracun. Bahan beracun itu dapat meresap ke dalam tubuh, alga, atau mikroorganisme lainnya. Selanjutnya, ikan-ikan akan memakan alga itu dan ikan besar akan memakan ikan yang kecil.

Apabila ikan-ikan tersebut ditangkap oleh manusia dan dimakan, maka bahan beracun tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia. Ikan kecil yang makan alga tidak hanya satu, tetapi banyak sel alga. Dengan demikian, ikan kecil itu sudah mengandung bahan beracun yang banyak. Demikian juga dengan ikan besar akan memakan ikan kecil tidak hanya satu, makin banyak memakan ikan-ikan kecil, maka makin banyak bahan pencemar yang masuk tubuh ikan besar. Bagaimana dengan tubuh manusia jika sering makan ikan yang beracun tersebut? Diskusikan dengan kelompok Anda! Proses peningkatan kadar bahan pencemar yang melewati tubuh makhluk hidup dinamakan *pemekatan hayati* (*amnalgamasiasi*).

e. Terbentuknya Lubang Ozon dan Efek Rumah Kaca

Saat ini permasalahan lubang ozon dan terjadinya efek rumah kaca di bumi sangat kita rasakan. Ozon sangat bermanfaat bagi kehidupan, baik tumbuhan, hewan, maupun manusia karena ozon bersifat melindungi makhluk hidup dari sinar ultraviolet yang mematikan.

Ozon terbentuk dari oksigen dengan bantuan sinar ultraviolet. Bagaimana jika lubang ozon semakin lama semakin bertambah besar yang diakibatkan oleh meningkatnya bahan pencemar?

Gas karbon dioksida dapat menyebabkan efek rumah kaca. Gas ini berasal dari asap pabrik, mesin-mesin kendaraan, kegiatan pembakaran. Apabila CO_2 ini semakin meningkat dan tidak segera diubah menjadi oksigen oleh tumbuhan akibat banyak hutan yang dibakar oleh manusia, maka asapnya akan mengakibatkan terbentuknya efek rumah kaca. Dengan banyaknya gas polutan ini beberapa ahli meramalkan keadaan di bumi akan semakin panas akibat dari efek rumah kaca tersebut. Atmosfer bumi yang berubah menjadi rumah kaca menahan pantulan sebagian energi matahari yang keluar angkasa, sehingga akan membuat permukaan bumi menjadi panas.

E PENGURANGAN LIMBAH (SAMPAH)

Berdasarkan asalnya, limbah (sampah) dibagi menjadi limbah organik dan limbah anorganik. Saat ini, limbah (sampah) menjadi masalah yang pelik, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Semarang, Surabaya, dan Medan. Populasi penduduk yang padat akan menghasilkan sampah dalam volume yang cukup besar.



Sumber: Mengolah Sampah, 2006

Gambar 11.10 Tempat sampah organik dan anorgaik

Coba Anda bayangkan, jika setiap individu di kota-kota besar tersebut menghasilkan sampah rata-rata 0,50–0,65 per orang per hari, dengan tingkat kepadatan 200 kg/m^3. Sebagai contoh, Kota Jakarta dapat menghasilkan sampah sekitar 6.000 ton per hari atau setara dengan penyediaan lahan seluas sekitar 25.687 m. Berapa volume sampah yang ada di daerah/kota Anda? Coba hitunglah!

TUGAS KELOMPOK

Kerjakan tugas berikut!

1. Carilah data jumlah penduduk di desa Anda!
2. Jika, setiap individu membuang sampah rata-rata 0,5 kg/orang/hari, hitunglah volume sampah yang dihasilkan setiap bulannya!
3. Diskusikan dengan teman sekelas tentang masalah sampah ini!
4. Kesimpulan apa yang Anda dapatkan!

Saat ini, pengelolaan sampah belum dilaksanakan dengan baik, sehingga menimbulkan masalah lingkungan seperti munculnya berbagai penyakit akibat pencemaran air, tanah, dan udara. Pada umumnya, komponen terbesar sampah dari perkotaan berupa bahan organik (sampah basah) yang mudah busuk dan mudah diuraikan (*biodegradable*). Jumlah sampah organik bisa mencapai sekitar 60–80% dari total volume sampah dan sisanya berupa sampah anorganik. Salah satu cara untuk memecahkan masalah yang timbul akibat besarnya sampah yang dihasilkan di suatu daerah, yaitu dengan mendaur ulang, baik sampah organik maupun sampah anorganik.

Bagaimana cara mengurangi sampah yang sangat banyak itu? Sampah yang akan dibuang sebaiknya dipisahkan, yaitu sampah yang dapat terurai dan sampah yang tidak dapat diurai. Cara menangani limbah cair dan padat diharapkan tidak menyebabkan polusi dengan prinsip ekologi yang dikenal istilah 4R yaitu sebagai berikut.

1. Recycle (Pendaurulangan)

Proses *recycle* misalnya untuk sampah yang dapat terurai dijadikan kompos. Kompos ini dipadukan dengan pemeliharaan cacing tanah sehingga dapat diperoleh hasil yang baik. Cacing tanah dapat menyuburkan tanah dan kompos digunakan untuk pupuk.

2. *Reuse* (Penggunaan Ulang)

Proses *reuse* dilakukan untuk sampah yang tidak dapat terurai dan dapat dimanfaatkan ulang, misalnya botol bekas sirup digunakan lagi untuk menyimpan air minum sirup lagi.

3. *Reduce*

Reduce adalah melakukan pengurangan bahan/penghematan. Contohnya jika akan berbelanja ke pasar atau supermarket sebaiknya dari rumah membawa tas. Janganlah meminta tas plastik dari toko atau supermarket kalau hanya dibuang saja.

4. *Repair*

Repair artinya melakukan pemeliharaan. Contohnya membuang sampah tidak sembarangan.

Dengan prinsip 4R tersebut diharapkan masalah limbah/sampah dapat berkurang dan teratasi.

1. Pendaurulangan Sampah Organik

Sampah organik pada umumnya berasal dari limbah rumah tangga, hotel, restoran, perkantoran, dan limbah pertanian. Jenis sampah tersebut sebetulnya masih banyak mengandung air, serat, dan senyawa organik kompleks.

Limbah (sampah) organik yang tidak beracun dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman pertanian. Bahan organik yang berasal baik dari tumbuhan maupun hewan dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk organik yang ramah lingkungan. Sampah yang berasal dari bahan organik tersebut dapat diolah menjadi pupuk organik dan pestisida organik.

Pupuk organik berasal dari penguraian bahan organik, seperti daun tanaman dan kotoran hewan. Jenis pupuk organik antara lain pupuk kandang, pupuk hijau, kompos. Pupuk organik mempunyai kelebihan, yaitu mempunyai unsur hara yang lengkap, dapat memperbaiki struktur tanah, dan memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah. Pupuk organik yang bahannya berupa kotoran hewan disebut pupuk kandang. Adapun yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan disebut pupuk hijau.

Ternyata limbah (sampah) yang berasal bahan organik tidak selalu menimbulkan dampak negatif, tetapi dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat. Produk tersebut selain tidak merusak lingkungan dan murah harganya, juga mudah proses pembuatannya. Jika mau, Anda pun dapat berwirausaha dengan memanfaatkan bahan baku sampah organik. Silakan mencoba!

Sebelum melakukan kegiatan pengolahan sampah organik, sebaiknya Anda mengetahui peran beberapa jenis bakteri yang bersinergi satu dengan yang lain membentuk sebuah komuni yang disebut *Effective Microorganism* (EM), seperti terlihat pada Tabel 11.1 berikut ini.

Tabel 11.1
Jenis mikroorganisme yang Terdapat Kultur Effective Microorganism (EM) dan Perannya

Jenis Mikroorganisme	Peranan
Bakteri Fotosintesis (*Rhodopseudomonas* sp.)	- Mensintesis bahan-bahan organik menjadi asam amino, asam nukleat, zat bioaktif, dan gula dengan bantuan sinar matahari.
Bahan Asam Laktat	- Mempercepat penguraian bahan-bahan organik menjadi humus. - Menekan pertumbuhan jamur yang merugikan seperti jamur fusarium. - Mengubah gula menjadi asam laktat.
Ragi / Yeast (*Sacharomyces* sp.)	- Meningkatkan jumlah dan perkembangan sel akar. - Membentuk zat antibakteri.
Jamur Fermentasi (*Aspergillus* sp.)	- Menguraikan dan mengubah bahan organik (karbohidrat dan selulosa) menjadi alkohol, ester, dan zat antimikrobia. - Menghilangkan bau busuk bahan organik.
Actinomycetes sp.	- Menghasilkan zat-zat bioaktif yang berfungsi menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri patogen seperti jamur fusarium.

Agar lebih jelas memahami tentang pendaurulangan limbah organik, lakukan kegiatan berikut ini! Sebelum proses pembuatan pupuk cair organik, terlebih dahulu lakukan pembuatan molase dan cairan EM.

KEGIATAN KELOMPOK 2

A. Pembuatan Molase

Molase merupakan sari tetes tebu, bisa didapatkan di pabrik gula. Jika sulit ditemukan, dapat diganti dengan membuat molase sendiri.

Bahan-bahan dan Peralatan :

Bahan-bahan :
1. Gula merah atau gula putih sebanyak 500 gr
2. Air bersih sebanyak 500 ml

Peralatan :
1. Panci pemanas air
2. Pengaduk kayu
3. Pemanas atau kompor

Langkah Kerja:

1. Panaskan 500 ml air sampai mendidih.
2. Masukan 500 gr gula merah atau gula putih ke dalam air mendidih
3. Aduk sampai gulanya terlarut merata dalam air, kemudian dinginkan.

B. Pembiakan Bakteri EM

Bahan-bahan dan Peralatan:

Bahan-bahan:

1. Cairan EM (asam laktat) 325 ml
2. Bekatul 1 kg
3. Molase 80 ml
4. Terasi 80 gr
5. Air bersih (bebas kaporit dan bahan kimia lain) 1.500 ml

Peralatan:

1. Ember
2. Pengaduk kayu
3. Panci pemanas air
4. Saringan
5. Botol penyimpanan

Langkah Kerja :

1. Panaskan 1.500 ml air sampai mendidih.
2. Masukkan 1 kg bekatul, 80 gr terasi, dan 80 ml molase kemudian aduk dengan pengaduk kayu sampai terlarut merata.
3. Dinginkan adonan tersebut sampai suhu kamar (jika adonan masih panas akan membunuh bakteri EM yang akan dibiakkan), kemudian tuangkan 325 ml cairan EM dan aduk sampai merata.
4. Tutup rapat selama dua hari. Pada hari ketiga sampai hari ketujuh, penutup panci jangan terlalu rapat dan aduk selama 10 menit setiap harinya.
5. Bakteri sudah dapat diambil dan saring, kemudian masukkan ke dalam botol.
6. Simpan botol dalam keadaan terbuka pada ruangan yang sejuk dan tidak terkena sinar matahari langsung. Selanjutnya cairan EM siap digunakan.

C. Pembuatan Pupuk Cair

Proses pembuatan pupuk cair organik berlangsung secara anaerob (tidak membutuhkan oksigen) atau secara fermentasi tanpa bantuan sinar matahari.

Bahan-bahan dan Peralatan :

Bahan-bahan :

1. Sampah organik basah atau rajangan, kemudian dipadatkan dari ¼ karung berkapasitas 1 kuintal menjadi 12,5 kg (bisa sisa sampah sayuran atau buah-buahan)
2. Cairan molase 250 ml
3. Air bekas cucian beras (cucian pertama) 500 ml
4. Air kelapa yang sudah tua 500 ml
5. Air bersih (bebas kaporit dan bahan kimia lain) 3,5 lt

Peralatan:

1. Ember plastik ukuran 10 liter tertutup, jika tidak ada bisa diganti dengan menggunakan penutup dari plastik.
2. Karung beras terbuat dari serat sintetis yang berpori ... 1 buah
3. Gayung 1 buah
4. Tongkat kayu sepanjang 0,5 m 1 buah
5. Sarung tangan plastik atau karet 1 pasang
6. Masker 1 buah
7. Tali raffia secukupnya
8. Beban pemberat (batu)

Langkah Kerja:

1. Masukkan sampah organik ke dalam karung beras, kemudian tekan dan padatkan.
2. Ikat karung beras dengan tali raffia.
3. Masukkan semua bahan kecuali sampah organik ke dalam ember.
4. Masukkan karung beras berisi sampah organik ke dalam larutan media sampai terendam seluruhnya.
5. Supaya tidak mengapung, letakkan beban di atas karung tersebut.
6. Kemudian tutuplah ember itu rapat-rapat, bisa menggunakan penutup plastik.
7. Simpanlah ember itu selama 7 hari di tempat yang teduh dan tidak terkena matahari langsung.
8. Angkatlah karung berisi sampah organik dan pisahkan dengan larutan media di ember, pupuk siap digunakan (fermentasi yang berhasil ditandai dengan adanya bercak-bercak putih pada permukaan cairan media pelarut).

D. Pembuatan Pestisida Organik Cair

Pestisida organik cair dibuat dari bebrapa tanaman yang mengandung zat anti serangga, seperti jahe, kencur, temulawak, temugiring, tembakau, cabai, bawang merah, bawang putih, dan lain-lain. Untuk mempercepat dan mempermudah proses pembuatannya maka digunakan bantuan pupuk organik cair yang mengandung bakteri EM.

Bahan-bahan dan Peralatan :

Bahan-bahan :

1. Pupuk organik cair, molase, cuka dan alkohol, masing-masing 50 ml
2. Jahe, kencur, kuyit, lengkuas, temulawak dan temu giring, masing-masing sebesar jempol tangan.
3. Daun nimba/mindi 10 lembar
4. Bawang putih 8 siung
5. Bawang merah 5 siung
6. Brotowali 3 batang
7. Sereh 2 batang

Peralatan: 1. Blender
2. Wadah tertutup
3. Pengaduk

Langkah Kerja:

1. Hancurkan semua bahan rempah dengan penumbuk atau blender. Jika menggunakan blender bisa ditambahkan air cucian beras.
2. Setelah semua bahan hancur, masukkan cairan tadi dengan ampasnya ke dalam jerigen atau wadah tertutup.
3. Masukkan ke dalam wadah tersebut secara berurutan cuka makan/cuka aren, alkohol, molase, dan larutan EM kemudian aduk hingga rata.
4. Simpan dalam suhu ruangan dengan kondisi wadah tertutup.
5. Kocok setiap pagi dan sore sekitar 5 menit.
6. Buka tutup wadah untuk membuang gas yang terbentuk selama proses fermentasi berlangsung. Setelah 15 hari, hentikan pengocokan. Sebelum dipakai untuk pestisida organik, biarkan selama 7 hari lagi.

Cara Pengaplikasian:

Campurkan pestisida organik sebanyak 5 sampai 10 ml dalam 1 liter air, lalu semprotkan pada tanaman yang terkena serangan hama. Penggunaan pestisida sebaiknya dilakukan pada sore hari menjelang matahari terbenam atau pada malam hari.

2. Pendaurulangan Sampah Anorganik

Sampak anorganik adalah sampah yang bukan berasal dari makhluk hidup. Sampah ini bisa berasal dari bahan yang bisa diperbarui dan bahan yang berbahaya serta beracun. Di antara jenis sampah ini yang bisa didaur ulang atau *recycle* adalah pemanfaatan kembali sampah-sampah yang masih dapat diolah kembali, seperti plastik, besi, dan aluminium. Coba carilah informasi tentang pemanfaatan limbah berbahan plastik, besi, atau alumunium. Carilah sumber informasi dari koran, majalah, atau bisa juga dari internet.

F ETIKA LINGKUNGAN

Istilah *etika* berasal dari kata *etis* yang berarti pantas atau sopan santun. Etika artinya penilaian terhadap tindakan moralitas (tingkah laku atau perbuatan) yang baik atau tidak baik dilakukan dan merupakan hukum tidak tertulis. Etika berasal dari kesadaran moral seseorang dan tidak ada yang mengawasi. Seseorang yang beretika tinggi di manapun berada ia akan tetap menjaga perilakunya dengan baik.

Di muka bumi ini manusia tidak hidup sendirian, melainkan hidup bersama-sama dengan makhluk hidup lain, seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme lainnya. Kita pasti tidak menghendaki lingkungan sekitar menjadi rusak, yang kita harapkan adalah lingkungan yang dapat menyangga kehidupan, baik tumbuhan, hewan, dan manusia dengan baik.

Pada dasarnya etika lingkungan merupakan suatu tindakan atau perbuatan yang dinilai baik atau tidak baik bagi lingkungan. Contohnya, di suatu lingkungan kelas ketika kegiatan belajar mengajar sedang berlangsung ada warga kelas yang membuang sampah di dalam ruangan. Bagaimana tanggapan Anda? Apakah ia dikatakan beretika baik? Coba cari contoh lain yang menunjukkan etika lingkungan yang baik dan buruk!

Perlu Diketahui

Tindakan nyata dalam menyelamatkan puspa dan satwa (flora dan fauna) secara tidak langsung merupakan tindakan mewujudkan hutan lestari sebagai habitatnya. Hal ini merupakan salah satu tindakan nyata dalam mewujudkan etika lingkungan.

Etika yang baik seharusnya kita lakukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti tolong-menolong, berbuat baik, tenggang rasa, tanggung jawab. Etika baik terhadap lingkungan bertujuan agar sumber daya alam yang ada dimanfaatkan tidak hanya untuk saat ini saja, tetapi dapat dinikmati untuk jangka panjang bagi generasi penerus kita.

Etika lingkungan berpedoman pada hal-hal berikut.

1. Manusia bukanlah pendominasi lingkungan, tetapi merupakan bagian dari lingkungan, oleh sebab itu manusia harus menghargai lingkungan, seperti menghargai diri sendiri.
2. Lingkungan tidak hanya disediakan untuk manusia, tetapi juga disediakan untuk makhluk hidup lain, sehingga manusia harus menjaga kelestariannya.
3. Sumber daya alam yang terbatas digunakan untuk semua jenis kehidupan, bukan hanya disediakan untuk kepentingan manusia, maka manusia harus memelihara dan merawat dengan baik.
4. Manusia harus memanfaatkan sumber daya alam yang terbatas dan menghemat pemakaiannya.
5. Manusia harus menjaga keseimbangan, kelestarian, dan keindahan lingkungan untuk kelangsungan hidup manusia itu sendiri.

Etika lingkungan hendaknya diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini harus dilakukan, baik individu maupun bersama-sama. Beberapa contoh beretika baik terhadap lingkungan adalah sebagai berikut.

1. Membiasakan membuang sampah pada tempatnya.
2. Mematikan energi listrik bila tidak digunakan.
3. Menghemat pemakaian air
4. Melakukan reboisasi atau penghijauan di sekitar lingkungan.
5. Tidak mencemari sumber-sumber air bersih, dan sebagainya.

RANGKUMAN

1. Lingkungan hidup merupakan ruang yang ditempati makhluk hidup bersama faktor biotik dan abiotik.
2. Suatu lingkungan dikatakan seimbang apabila dinamika dalam ekosistem yang meliputi rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan tiap-tiap organisme pada tingkat trofi berperan sesuai dengan fungsinya masing-masing.
3. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan dapat berasal dari faktor alam dan faktor manusia.
4. Pencemaran merupakan peristiwa masuknya bahan pencemar ke dalam lingkungan yang menyebabkan terjadinya gangguan pada makhluk hidup.

5. Pencemaran terjadi dari kegiatan kumpulan manusia atau populasi dan bukan merupakan kegiatan individu.
6. Sumber pencemaran lingkungan berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, serta limbah bahan berbahaya dan beracun.
7. Bahan pencemar tidak hanya berdiam pada suatu tempat, melainkan dapat menyebar ke tempat lain atau berpindah tempat.
8. Bahan pencemar bisa berasal dari bahan organik dan bahan anorganik yang biasanya berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem, seperti terjadinya keracunan dan penyakit, punah dan tak terkendalinya perkembangan species, gangguan keseimbangan lingkungan, pemekatan hayati, terbentuknya lubang ozon, serta efek rumah kaca.
9. Limbah yang berasal dari bahan organik dan anorganik sebagian dapat dimanfaatkan kembali.
10. Pengelolaan lingkungan hidup dilaksanakan agar sumber daya alam bisa dimanfaatkan dan dilestarikan.
11. Etika lingkungan merupakan kebijaksanaan moral manusia untuk memelihara keseimbangan lingkungan.

LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Lingkungan adalah ruang yang ditempati oleh makhluk hidup bersama-sama dengan komponen hidup dan tak hidup. Suatu lingkungan dikatakan seimbang jika dinamika komponen-komponen dalam ekosistemnya seimbang, antara lain seperti berikut, *kecuali*
 a. rantai makanan
 b. aliran energi
 c. jaring-jaring makanan
 d. organisme pada tingkat trofi
 e. pengurai
2. Keseimbangan lingkungan dapat berubah jika ada salah satu komponen di dalamnya yang berubah dan menyebabkan perubahan-perubahan pada makhluk hidup lain. Faktor manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan, antara lain
 a. pembakaran hutan
 b. banjir bandang
 c. lahar dingin
 d. gelombang tsunami
 e. gempa bumi
3. Jika kita membuang batu baterai di sembarang tempat, setelah beberapa hari maka batu baterai tersebut akan terurai menjadi bahan pencemar dan beracun, yaitu
 a. asam asetat
 b. asam sulfat
 c. asam askoelat
 d. asam nitrat
 e. asam klorida
4. Hasil pembakaran minyak bumi dan batu bara yang terbawa dan tercemar bersama air hujan, sehingga air hujan menjadi asam dapat mengakibatkan
 a. air sumur beracun
 b. tanaman banyak yang mati
 c. udara tercemar
 d. menurunnya produksi bahan pangan
 e. tanah manjadi tandus

5. Dalam kehidupan sehari-hari, kita selalu membutuhkan air, baik yang berasal dari air sumur, air sungai, air danau, dan lain-lain. Air yang kita gunakan itu dapat tercemar, karena faktor-faktor berikut, *kecuali*
 a. limbah hotel
 b. lahar dingin
 c. pestisida
 d. limbah pabrik pupuk
 e. banyaknya tanaman
6. Pengukuran pencemaran air secara biologis merupakan pengukuran kuantitatif, pada pengukuran tersebut sering menggunakan makhluk hidup, yaitu
 a. katak
 b. cacing
 c. ikan
 d. udang
 e. serangga
7. Limbah bahan berbahaya dan beracun timbul akibat kegiatan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, limbah itu berupa
 a. pupuk organik
 b. pupuk anorganik
 c. pupuk hijau
 d. pupuk kandang
 e. sampah dari tanaman
8. Air alami yang belum tercemar memiliki kisaran pH antara 6,5 - 8,5 yang cocok untuk kehidupan organisme. Jika mengalami perubahan setiap satu pH, maka perubahannya
 a. naik 10 kali dari pH normal
 b. turun 10 kali dari pH normal
 c. naik atau turun 10 kali dari pH normal
 d. naik atau turun 5 kali dari pH normal
 e. turun 20 kali dari pH normal
9. Pada umumnya pencemaran menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan atau ekosistem. Dampak negatif tersebut, antara lain
 a. terjadinya gempa
 b. pemekatan hayati
 c. timbulnya kabut
 d. banjir
 e. tanah longsor
10. Cara menangani limbah, baik limbah cair dan limbah padat agar tidak menyebabkan pencemaran, yaitu dengan prinsip ekologi seperti berikut, *kecuali*
 a. *recycle*
 b. *reduse*
 c. *reuse*
 d. *repair*
 e. regenerasi

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini di buku tugas Anda!

1. Apa yang dimaksud dengan keseimbangan lingkungan?
2. Jelaskan secara singkat yang dimaksud pencemaran!
3. Pencemaran tidak dapat tersebar ke tempat lain. Benarkah pernyataan ini? Jelaskan pendapat Anda disertai alasan yang tepat!
4. Sebutkan bahan pencemar lingkungan!
5. Apabila makhluk hidup yang tercemar melampaui batas toleransi yang ditetapkan, apakah yang akan terjadi?
6. Apakah yang dimaksud batas toleransi makhluk hidup?
7. Bagaimana pengaruh lubang ozon terhadap kelangsungan makhluk hidup di bumi?
8. Berilah contoh produk hasil pendaurulangan limbah organik!
9. Sebutkan macam-macam pencemaran udara!
10. Mengapa manusia perlu mengelola lingkungan hidup?

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Sekitar 80% pencemaran air laut berasal dari daratan dan puing-puing sampah laut yang masuk ke laut melalui pembuangan secara langsung dari pesisir pantai maupun secara tidak langsung dari aliran sungai. Bahan pencemar yang terbawa aliran air sungai umumnya berasal dari limbah industri dan limbah rumah tangga. Jelaskan akibat yang timbul pada pencemaran laut atau sungai terhadap makhluk hidup di dalamnya!
2. Limbah industri atau limbah rumah tangga yang masuk ke dalam sungai akan menyebabkan kualitas air sungai atau laut menurun. Umumnya sifat air tercemar, antara lain mengalami perubahan warna, bau, dan rasa. Indikator apakah yang dapat digunakan untuk mengetahui bahwa air sudah tercemar? Jelaskan alasan Anda!
3. Pada suatu hari Anda mendapati sampah organik berupa kertas, dedaunan, dan ranting pohon yang menumpuk di kebun. Tindakan apakah yang sebaiknya dilakukan terhadap tumpukan sampah tersebut, dibakar ataukah bisa dimanfaatkan lagi? Jelaskan jawaban Anda disertai alasan yang tepat!

ULANGAN BLOK 2

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Manfaat mempelajari keanekaragaman hayati adalah sebagai berikut, *kecuali*
 a. mengetahui manfaat masing-masing jenis
 b. adanya saling ketergantungan
 c. mengetahui ciri dan sifat masing-masing jenis
 d. mengetahui kekerabatan antarmakhluk hidup
 e. mengetahui urutan klasifikasi
2. Di antara tanaman berikut ini yang termasuk keanekaragaman jenis adalah
 a. kelapa, aren, lontar, pinang, dan palem
 b. kelapa, mangga, nangka, aren, lontar
 c. kelapa, jagung, padi, aren, dan palem
 d. kelapa hijau, kelapa gading, aren, dan palem
 e. kelapa hijau, kelapa kopyor, aren, padi, dan lontar
3. Apabila spora tumbuhan *Marchantia polymorpha* jatuh di tempat yang lembap, maka sporanya akan tumbuh menjadi
 a. spora
 b. sporogonium
 c. sporangium
 d. protalium
 e. protonema
4. Ciri-ciri regnum Plantae yang tidak benar adalah
 a. prokariotik
 b. multiseluler
 c. berklorofil
 d. autotrof
 e. dinding sel dan selulose
5. Ciri-ciri suatu tumbuhan adalah sebagai berikut.
 (1) Memiliki akar, batang, dan daun sejati
 (2) Memiliki jaringan pembuluh
 (3) Reproduksi vegetatif dengan spora
 (4) Ujung daun muda menggulung dan berbulu
 (5) Habitat epifit

 Tumbuhan tersebut termasuk ke dalam kelompok
 a. Bryophyta
 b. Pterydophyta
 c. Spermatophyta
 d. Pinophyta
 e. Magnoliophyta

6. Telur *Fasciola hepatica* yang keluar bersama feses sapi berbentuk
 a. serkaria
 b. metaserkaria
 c. onkosfera
 d. redia
 e. mirasidium
7. Dilihat dari jumlah lapisan tubuhnya, Porifera termasuk hewan
 a. monoblastik
 b. triplobastik
 c. dipoblastik
 d. tetrablastik
 e. pentablastik
8. Cacing tanah yang berperan dalam proses menyuburkan tanah adalah
 a. *Lumbricus terestis*
 b. *Tubifex*
 c. cacing wawo
 d. cacing palolo
 e. *Pheretima* sp.
9. Penyebab terjadinya rumah kaca, antara lain
 a. pencemaran udara oleh belerang dan nitrogen
 b. penggunaan bahan bangunan pengganti berupa kaca
 c. meningkatnya intensitas sinar matahari
 d. pencemaran udara dalam karbon dioksida
 e. penggunaan CFC untuk AC secara terus meneruss
10. Jenis-jenis polusi dibedakan atas polusi udara, air, tanah, dan suara. Pembagian ini didasarkan atas
 a. tempat terjadinya pencemaran
 b. jenis bahan pencemar
 c. sumber bahan pencemar
 d. kandungan racun bahan pencemar
 e. usaha penanggulangan bahan pencemar

II. Jawablah dengan benar!

1. Apakah yang dimaksud pelestarian insitu? Berikan contohnya!
2. Jelaskan tiga tingkat keanekaragaman hayati dan berikan masing-masing contohnya!
3. Sebutkan lima ciri-ciri tumbuhan lumut!
4. Jelaskan perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil dalam hal: daun, batang, bunga, akar, dan biji!
5. Sebutkan macam-macam ekosistem yang ada di Indonesia!
6. Jelaskan persamaan dan perbedaan ciri filum Porifera dan filum Coelenterata!
7. Salah satu jenis Echinodermata adalah Ophiuroidea, apa ciri-ciri hewan ini?
8. Tuliskan empat peranan cacing tanah!
9. Apa yang Anda ketahui tentang *Agnatha*?
10. Bagaimanakah cara mengatasi polusi tanah yang bersumber dari bahan plastik?

KUNCI JAWABAN

ULANGAN BLOK 1

I. 1. e 3. b
5. c 7. a
9. d

II. 1. a. Memiliki objek kajian
b. Memiliki metode
c. Bersifat sistematis
d. Bersifat universal
e. Bersifat objektif
f. Bersifat analitis

3. Penyakit AIDS disebabkan oleh virus HIV. Virus ini akan menginfeksi penderita dan terus menerus akan membelah sehingga akan membuat penderita akan kehilangan sistem kekebalan tubuh.

5. a. Ciri-ciri bakteri: uniseluler, prokariotik, cara hidup heterotrof dan autotrof, tidak memiliki klorofil, ukurannya sangat kecil.
b. Jenis bakteri berdasarkan letak flagel: atrik, monotrik, lipotrik, amfitrik, peritrik.

7. Peranan Lichenes yaitu sebagai indikator polusi udara karena Lichenes sensitif terhadap pestisida, logam berat, fluor, dan radioaktif.

9. Urutan pembentukan basidium dan basidiokarp
a. Inti diploid pada basidium mengalami pembelahan secara meiosis menghasilkan 4 inti yang haploid
b. Pada ujung basidium terbentuk benjolan yang berjumlah 4 yang disebut dengan stigma
c. Sebanyak 4 inti yang haploid masing-masing masuk ke dalam stigma
d. Akhirnya terbentuk 4 basidiospora

ULANGAN BLOK 2

I. 1. e 3. e
5. b 7. b
9. d

II. 1. Pelestarian insitu adalah pelestarian biodiversitas secara langsung di alam (habitat asli), contoh: pelestarian hewan komodo, badak bercula, bunga bangkai Rafflesia.

3. a. Termasuk tumbuhan berkormus
b. Tidak mempunyai berkas pembuluh (xilem dan floem)
c. Mengalami metagenesis
d. Multisel dan eukariotik
e. Habitat di tempat lembab, epifit pada batu-batuan, pohon, tanah yang lembab dan teduh

5. Macam-macam ekosistem yang ada di Indonesia: ekosistem laut, ekosistem darat alami, ekosistem suksesi, ekosistem buatan.

7. Mempunyai madreporit yang terletak di daerah bawah, yaitu daerah mulut dan tidak memiliki anus

9. Agnatha adalah jenis-jenis ikan yang tidak memiliki rahang, siripnya tidak berpasangan, rangka tubuhnya tersusun atas tulang rawan, serta jantungnya hanya memiliki ventrikal, contohnya ikan lamprey.

DAFTAR PUSTAKA

Corbeil, Jean-Claude dan Archambault, Ariane. 2004. *Kamus Visual*. Jakarta. PT Bhuana Ilmu Populer.

Darsono, Valentinus. 1995. *Pengantar Ilmu Lingkungan Edisi Revisi*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.

Dasar-Dasar Mikrobiologi. 1986. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Depdiknas.2000. *Biologi untuk SMU Kelas 1*. Depdiknas.

Ensiklopedi Sains dan Kehidupan. 1997. Ichtiar Baru Van Hoeve.

Ensiklopedia Populer Anak Jilid 1. 1998. PT Ichtiar Baru Van Hoeve.

Ensiklopedia Populer Anak Jilid 2. 1998. PT Ichtiar Baru Van Hoeve.

Ensiklopedia Populer Anak Jilid 3. 1998. PT Ichtiar Baru Van Hoeve.

Ilmu Pengetahuan Popular Jilid 5-7. Jakarta: Widyadara.

Irianto, Koes. 2006. *Mikrobiologi Jilid 1*. Bandung: Yrama Widya.

Irianto, Koes. 2006. *Mikrobiologi Jilid 2*. Bandung: Yrama Widya.

Khazanah Pengetahuan Biologi IA. 2004. Surakarta: Tiga Serangkai.

Kimball, John. 1999. *Biologi Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.

P.A., Pelczar. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.

Purwendo, Setyo dan Nurhidayat. 2006. *Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik*. 2006. Jakarta: Penebar Swadaya.

Pustaka Alam Life. 1979. *Tetumbuhan*. Tirta Pustaka.

Rigg, Jonathan. 2002. *Indonesia Heritage*: *Manusia dan Lingkungan*. Jakarta: Bumi Antar Bangsa.

Sastrapraja, Didin S. 1989. *Keanekaragaman Hayati untuk Kelangsungan Hidup Bangsa*. Bogor Pusat Pendidikan dan Pengembangan Bioteknologi LIPI.

Sinaga, Meity. 1993. *Jamur Merang dan Budidayanya*. Jakarta: Penerbit Swadaya.

Soemartono, Sri Sabanni. 1978. *Biologi Umum*. Jakarta: Penerbit Djambatan.

Suhardi. 1983. *Evolusi Avertebrata*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Tim Abdi Guru. 2005. *Geografi SMP Kelas VIII*. Jakarta: Erlangga.

Tim Penulis Biologi. 2003. *Biologi SMU Kelas 1*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Tinner, John Hudson. 2005. *100 Ilmuwan yang Berpengaruh dalam Sejarah Dunia*. Batam: Kharisma Publishing Group.

Tjitrosoepomo, Gembong. 1980. *Taksonomi Tumbuhan*. Jakarta: Penerbit Bhatara Karya Aksara.

Undang-Undang Kehutanan Beserta Peraturan Perubahannya. 2004. Harvarindo.

Whitten, Tony dan Whitten, Jane. 2002. *Indonesian Heritage Margasatwa*. Jakarta: Grolier Internasional, Inc.

Whitten, Tony dan Whitten, Jane. 2002. *Indonesian Heritage Tetumbuhan*. Jakarta: Grolier Internasional, Inc.

www.rumet.com.

www.wikipedia.com.

Zainudin, A.M. 1982. *Penuntun Kegiatan dalam Biologi dengan Metode Inquiry*. IKIP Ujung Pandang: PT Sastra Hudaya.

DAFTAR GAMBAR DAN TABEL

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Seseorang sedang meneliti sesuatu 1
Gambar 1.2 Bagan contoh penggolongan tanaman 12
Gambar 1.3 Grafik pertumbuhan tanaman cabai 13
Gambar 1.4 Tingkatan organisasi pada manusia: seluruh tubuh – sistem organ – organ – jaringan – dan sel 17
Gambar 1.5 Bentuk sel gabus oleh Robert Hooke 20
Gambar 1.6 Contoh organ, organ lambung 22
Gambar 1.7 Contoh sistem organ: sistem pencernaan 23
Gambar 1.8 Contoh bioma savana 26
Gambar 2.1 Sekelompok hewan 33
Gambar 2.2 Carolus Linnaeus sebagai bapak Taksonomi 41
Gambar 2.3 Tingkatan takson makhluk hidup 43
Gambar 2.4 Diagram contoh identifikasi makhluk hidup 52
Gambar 3.1 Virus flu burung 61
Gambar 3.2 Bagan perkembangan asam nukleat menuju virus, bakteria, sel-sel kompleks, dan organisme bersel banyak .. 63
Gambar 3.3 Struktur umum virus terdiri atas materi genetik RNA atau DNA, kapsid, kapsomer, dan seludang (*envelope*) 65
Gambar 3.4 Bentuk-bentuk virus 65
Gambar 3.5 Contoh dari fage *Salmonella newport* 68
Gambar 3.6 Struktur bakteriofage yang terdiri atas kepala, ekor, dan serabut ekor 68
Gambar 3.7 Cara litik virus menginfeksi bakteri 69
Gambar 3.8 Cara lisogenik virus menginfeksi bakteri 69
Gambar 3.9 Fase injeksi 71
Gambar 3.10 Hubungan antara fase litik dan lisogenik pada virus .. 72
Gambar 3.11 Keanekaragaman asam nukleat virus 73
Gambar 3.12 Mekanisme infeksi HIV (Retrovirus) 73
Gambar 3.13 Cara penularan flu burung 77
Gambar 3.14 Virus SARS 78
Gambar 3.15 Penderita cacar 79
Gambar 3.16 Virus HIV 80
Gambar 4.1 Bakteri antraks 87
Gambar 4.2 Antonie van Leuwenhook 89
Gambar 4.3 Berbagai ragam bentuk bakteri 89
Gambar 4.4 Struktur sel bakteri 92
Gambar 4.5 Macam-macam flagelum .. 93
Gambar 4.6 Bakteri berkapsul pada *Klebsiella pneumoniae* 93
Gambar 4.7 Plasmid dan endospora dalam sel bakteri 95
Gambar 4.8 *Clostridium* dan *Bacillus* yang sedang membentuk endospora 95
Gambar 4.9 Pembelahan biner pada bakteri 95
Gambar 4.10 Konjugasi pada *Escherichia coli* 96
Gambar 4.11 (1) *Rhizobium* (2) *Agrobacterium tumefaciens* . 98
Gambar 4.12 Bakteri Archaebacteria 102
Gambar 4.13 Tempat ditemukannya Archaebacteria 103
Gambar 5.1 Amoeba 115
Gambar 5.2 Bermacam-macam Protista 117
Gambar 5.3 Beberapa macam Protozoa 122
Gambar 5.4 Pembelahan biner pada *Paramecium* 122

Gambar 5.5 Pembiakan secara konjugasi pada Ciliata 123
Gambar 5.6 Lalat Tsetse pembawa *Trypanosoma gambiense* 125
Gambar 5.7 *Amoeba proteus* dan bagian-bagiannya 126
Gambar 5.8 Cara *Amoeba* mendapatkan makanan .. 127
Gambar 5.9 Pembelahan biner *Amoeba* 127
Gambar 5.10 *Foraminifera* dan *Radiolaria* 129
Gambar 5.11 Macam-macam Ciliata 130
Gambar 5.12 *Paramecium* 130
Gambar 5.13 Pembelahan biner pada *Paramecium* 131
Gambar 5.14 Konjugasi *Paramecium* 132
Gambar 5.15 (a) *Stentor*, (b) *Vorticella*, (c) *Didinium* 133
Gambar 5.16 Daur hidup *Plasmodium* .. 134
Gambar 5.17 *Euglena*, anggota Euglenophyta 138
Gambar 5.18 *Euglena*, pembelahan biner membujur 139
Gambar 5.19 Dinoflagelata 139
Gambar 5.20 Bentuk-bentuk kerangka Diatom 140
Gambar 5.21 Reproduksi seksual oogami 141
Gambar 5.22 *Saprolegnia* 143
Gambar 5.23 Pertumbuhan Myxomycota 144
Gambar 5.24 (a) Jamur lendir *Physarium* merupakan jamur lendir tak bersekat, sel-selnya tidak dapat dipisahkan, dan (b) *Dictyostelium* merupakan jamur lendir bersekat, sel-selnya dapat dipisahkan 145
Gambar 6.1 Tempe 151
Gambar 6.2 Hifa yang bersekat dan tidak bersekat 154
Gambar 6.3 Jenis-jenis spora aseksual pada jamur 156
Gambar 6.4 Jenis-jenis spora seksual ... 157
Gambar 6.5 Struktur tubuh jamur tempe (*Rhizopus stolonifer*) 157
Gambar 6.6 Perkembangbiakan secara aseksual dan seksual pada *Rhizopus stolonifer* ... 159
Gambar 6.7 *Aspergillus* dan *Penicillium* 161
Gambar 6.8 Perkembangbiakan seksual dan aseksual pada Ascomycotina 162
Gambar 6.9 Oncom 164
Gambar 6.10 Reproduksi *Saccharomyces* secara seksual dan aseksual166
Gambar 6.11 *Candida albicans* 167
Gambar 6.12 (a) Jamur kayu, (b) jamur tiram, dan (c) jamur merang 167
Gambar 6.13 Daur hidup jamur *Basidiomycota* 169
Gambar 6.14 (a) *Ektomikoriza* (b) *Endomikoriza* 173
Gambar 6.15 Lumut kerak pada batu .. 173
Gambar 6.16 Beberapa jenis lumut kerak 174
Gambar 7.1 Keanekaragaman hayati berupa tumbuhan 183
Gambar 7.2 Bermacam-macam tumbuhan 185
Gambar 7.3 Macam-macam jenis alga hijau 188
Gambar 7.4 *Chlorella* 189
Gambar 7.5 Pembiakan *Chlorella* 189
Gambar 7.6 Daur hidup *Clamidomonas* . 189
Gambar 7.7 *Volvox* dan koloninya 190
Gambar 7.8 (a) *Spirogyra*, (b) Perkembangbiakan *Spirogyra* 190
Gambar 7.9 Daur hidup *Ulva* sp. 191
Gambar 7.10 *Chara* 192
Gambar 7.11 *Sargassum* sp. 192
Gambar 7.12 Daur hidup *Fucus* sp. salah satu contoh dari alga cokelat 193
Gambar 7.13 Alga merah 194
Gambar 7.14 Lumur daun 196
Gambar 7.15 (a) Anteridium dan (b) arkegonium 197
Gambar 7.16 Daur kehidupan lumut (*Funaria hygrometrica*) 198
Gambar 7.17 Lumut *Marchantia polimorpha* 199
Gambar 7.18 Bagian-bagian tumbuhan lumut daun 201
Gambar 7.19 Beberapa contoh tumbuhan paku 203
Gambar 7.20 Macam-macam bentuk daun tumbuhan paku 204
Gambar 7.21 (A) Sorus, (B) indusium, (C) sporangium 205

Gambar 7.22 Protalium 206
Gambar 7.23 Daur hidup tumbuhan paku 207
Gambar 7.24 Skema daur hidup tumbuhan paku homospora .. 209
Gambar 7.25 Skema daur hidup tumbuhan paku heterospora . 210
Gambar 7.26 Skema daur hidup tumbuhan paku peralihan 210
Gambar 7.27 *Selaginella* sp. 211
Gambar 7.28 *Equisetum* sp. 212
Gambar 7.29 Paku sejati 213
Gambar 7.30 Kelompok melinjo 216
Gambar 7.31 Pohon pinus 216
Gambar 7.32 Pakis haji 217
Gambar 7.33 Beberapa contoh tumbuhan monokotil 219
Gambar 7.34 Beberapa contoh tumbuhan dikotil 220
Gambar 8.1 Bermacam-macam jenis hewan 227
Gambar 8.2 Rongga tubuh hewan 231
Gambar 8.3 Bunga karang 232
Gambar 8.4 Sistem saluran air pada Porifera 233
Gambar 8.5 Irisan melintang tubuh Porifera 234
Gambar 8.6 Macam-macam spikula ... 234
Gambar 8.7 *Grantia* 236
Gambar 8.8 *Euplectella aspergillum* 236
Gambar 8.9 Demospongiae 236
Gambar 8.10 Ubur-ubur dan (*Hydra*) 237
Gambar 8.11 Bentuk polip dan medusa pada *Coelenterata* 238
Gambar 8.12 Beberapa *Coelenterata* 239
Gambar 8.13 *Hydra* dengan alat perkembangbiakannya 240
Gambar 8.14 Daur hidup *Obelia* 240
Gambar 8.15 Siklus hidup ubur-ubur .. 240
Gambar 8.16 Anthozoa 241
Gambar 8.17 Bermacam-macam cacing pipih 243
Gambar 8.18 Struktur tubuh cacing pipih 243
Gambar 8.19 Perkembangbiakan aseksual Platyhelminthes 244
Gambar 8.20 Cacing hati 245
Gambar 8.21 Daur hidup *Fasciola hepatica* 246
Gambar 8.22 Bentuk cacing darah dan daur hidupnya 247
Gambar 8.23 Proglotid cacing pita 248
Gambar 8.24 Daur hidup cacing pita ... 249
Gambar 8.25 Contoh cacing Nemathelminthes 251
Gambar 8.26 *Ascaris lumbricoides* 251
Gambar 8.27 Penyakit kaki gajah 253
Gambar 8.28 Annelida 253
Gambar 8.29 Mollusca 257
Gambar 8.30 Chiton 259
Gambar 8.31 Bekicot dan bagian-bagian tubuhnya 260
Gambar 8.32 Struktur luar tubuh karang 262
Gambar 8.33 Penampang melintang cangkang dengan mantel 262
Gambar 8.34 Contoh hewan *Echinodermata* 265
Gambar 8.35 Sistem amburakal 266
Gambar 8.36 Holothuroidea, Crinoidea 268
Gambar 8.37 Beberapa jenis Arthropoda 269
Gambar 8.38 Contoh Crustacea 271
Gambar 8.39 Macam-macam Insekta ... 273
Gambar 8.40 Metamorfosis sempurna .. 274
Gambar 8.41 Metamofosis tidak sempurna 274
Gambar 8.42 Kalajengking 276
Gambar 8.43 Labah-labah 276
Gambar 8.44 Caplak 277
Gambar 8.45 Keluwing dan kelabang .. 277
Gambar 8.46 Beberapa contoh hewan vertebrata 279
Gambar 8.47 Lemprey (*Petromyzon* sp.) ... 280
Gambar 8.48 Ikan hiu 280
Gambar 8.49 Katak 281
Gambar 8.50 Ular 281
Gambar 8.51 Burung 282
Gambar 8.52 Contoh hewan menyusui . 283
Gambar 9.1 Keanekaragaman makhluk hidup di sekitar 291
Gambar 9.2 Pola persebaran makhluk hidup di dunia 293
Gambar 9.3 Burung Cenderawasih 299
Gambar 9.4 Bunga Raflesia 300
Gambar 9.5 Macam-macam bentuk pial 314
Gambar 10.1 Ekosistem darat 321
Gambar 10.2 Kebun berbatasan dengan sawah 324
Gambar 10.3 Sawah 327
Gambar 10.4 Aliran energi dan daur materi 332

Gambar 10.5 Jaring-jaring makanan 335
Gambar 10.6 Piramida Ekologi 336
Gambar 10.7 Piramida jumlah 337
Gambar 10.8 Piramida berat 337
Gambar 10.9 Piramida energi 338
Gambar 10.10 Daur karbon 339
Gambar 10.11 Daur oksigen 339
Gambar 10.12 Daur nitrogen 340
Gambar 10.13 Daur air 341
Gambar 10.14 Daur sulfur 341
Gambar 10.15 Daur fosfor 342
Gambar 10.16 Proses terjadinya suksesi343
Gambar 10.17 Terumbu karang 346
Gambar 10.18 Danau 349
Gambar 11.1 Alam beserta isinya 357
Gambar 11.2 Ekosistem sawah 359
Gambar 11.3 Beberapa lembar daun jatuh di sungai 361
Gambar 11.4 Seseorang membuang sampah ke sungai 361
Gambar 11.5 Bencana alam gunung meletus 362
Gambar 11.6 Pencemaran udara 364
Gambar 11.7 Proses terjadinya hujan asam 365
Gambar 11.8 Mencari air bersih 367
Gambar 11.9 Sampah organik (a) dan sampah anorganik (b) 372
Gambar 11.10 Tempat sampah organik dan anorganik 375

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Pertumbuhan tanaman cabai 16
Tabel 1.2 Kandungan molekul pada makhluk hidup 19
Tabel 2.1 Contoh persamaan dan perbedaan ciri-ciri hewan ... 38
Tabel 2.2 Perbedaan pencandraan antara capung dan kupu-kupu 48
Tabel 4.1 Perbedaan Eubacteria dan Archaebacteria 104
Tabel 4.2 Bakteri penghasil antibiotik 105
Tabel 4.3 Bakteri yang dimanfaatkan dalam bahan makanan 105
Tabel 4.4 Bakteri penyebab penyakit pada manusia ... 107
Tabel 4.5 Bakteri penyebab penyakit pada hewan 107
Tabel 4.6 Bakteri penyebab penyakit pada tanaman .. 107
Tabel 6.1 Macam-macam spora seksual jamur 156
Tabel 7.1 Perbandingan alga hijau, alga cokelat, dan alga merah 195
Tabel 8.1 Ordo Insekta 274
Tabel 11.1 Jenis mikrooganisme yang terdapat kultur *Effective Mikroorganism* (EM) dan perannya 378

GLOSARIUM

A

Abiotik : komponen penyusun ekosistem yang terdiri atas benda mati/ makhluk tak hidup
Alga : organisme fotosintetik, seringkali seperti tumbuhan yang biasa ditemukan tumbuh di tempat-tempat berair atau lembap
Amfibi : hewan yang hidup di dua alam, yaitu darat dan air
Anatomi : ilmu yang mempelajari bagian-bagian (struktur) tubuh
Animalia : dunia/kingdom hewan
Archaebacteria : bakteri purba
Aves : kelompok hewan burung

B

Bakteri : organisme bersel tunggal berdiameter 1 - 2 mikron
Bakteriofage : virus yang menginfeksi bakteri
Binomial nomenclature : cara pemberian nama pada organisme yang dibuat oleh Carl Van Linne (Linnaeus) pada abad 18. Setiap organisme mempunyai nama Latin. Penulisannya pada kata pertama dimulai dengan huruf besar, menunjukkan genus dan yang kedua dimulai dengan huruf kecil yang menunjukkan species
Biologi : ilmu yang mempelajari makhluk hidup dan lingkungannya
Bioma : masyarakat tumbuhan dan hewan yang berlainan (distingtif) yang dihasilkan dan dipelihara/dipertahankan oleh iklim
Biosfer : bagian planet bumi yang terdapat kehidupan di dalamnya dan bersamanya saling menukar bahan-bahan
Biotik : komponen penyusun ekosistem yang terdiri atas makhluk hidup
Bryophyta : kelompok tumbuhan lumut

C

Chrysophyta : kelompok ganggang keemasan
Cilia : alat gerak pada Ciliata, disebut juga bulu getar
Ciliata : kelompok protozoa yang mempunyai alat gerak berupa cilia (bulu getar)

D

Daur lisogenik : daur hidup pada virus yang tidak mengakibatkan hostes hancur/mati
Daur litik : daur hidup pada virus yang mengakibatkan hostes hancur/mati
Determinasi : suatu pedoman yang berisi dua sifat yang berbeda yang digunakan untuk mengidentifikasi makhluk hidup sehingga dapat ditempat-kan pada takson tertentu
Dikotil : tumbuhan yang bijinya berkeping dua

E

Ekosistem : suatu sistem yang muncul akibat dari hubungan timbal balik antara komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik) di lingkungannya
Eksperimen : kegiatan melakukan penelitian
Endemik : hanya terdapat pada suatu wilayah tertentu, tidak berada di tempat lain

Eubacteria : bakteri sejati, bakteri pada umumnya
Euglenophyta : kelompok Flagellata yang memiliki kromatofora sehingga memiliki sifat dapat melakukan fotosintetis
Eukariota : organisme yang mempunyai sel-sel berisi nukleus dan dibatasi membran
Exsitu : pelestarian makhluk hidup dengan cara memindahkan makhluk hidup dari habitat aslinya ke tempat lain

F

Fauna : kehidupan hewan pada lingkungan tertentu
Flagellata : Protozoa yang memiliki alat gerak berupa flagel
Flora : kehidupan tumbuhan pada lingkungan tertentu
Fungi : kelompok jamur

H

Habitat : lingkungan tempat hidup organisme
Hifa : seuntai benang, merupakan satuan paling kecil dari tubuh jamur
Hipotesis : suatu saran penyelesaian atas masalah ilmiah yang harus diuji dengan percobaan dan jika terbukti tidak benar harus ditinggalkan
Hujan asam : hujan yang bersifat asam akibat air hujan yang bercampur dengan bahan pencemar

I

Identifikasi : langkah-langkah untuk mengetahui ciri-ciri makhluk hidup
Insitu : pelestarian makhluk hidup pada habitat aslinya

Interaksi : hubungan timbal balik

K

Komunitas : populasi tumbuhan, hewan, dan mikroba yang terdapat dalam suatu daerah tertentu dan acapkali saling berinteraksi
Konservasi : usaha pelestarian alam

L

Langka : jarang ada/sulit didapat (biasanya keberadaannya dilindungi pemerintah)
Lichenes : asosiasi yang mutualistik antara fungi dan alga

M

Mamalia : kelompok hewan menyusui
Metode ilmiah : langkah-langkah yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian
Miselium : kumpulan hifa yang membentuk anyaman
Monokotil : tumbuhan yang bijinya berkeping satu
Morfologi : telah mengenai struktur organisme
Multiseluler : organisme bersel banyak
Myxomycota : kelompok Protista mirip jamur, disebut juga jamur lendir

O

Oomycota : kelompok Protista mirip jamur, disebut juga jamur air
Organ : kelompok organ yang melakukan fungsi khusus pada hewan dan tumbuhan

Ozon : suatu lapisan gas atmosfer yang mengelilingi bumi, gas ozon disebut juga O_3

P

Parasit : organisme yang makan di dalam atau pada oganisme hidup lain yang disebut inang
Pisces : kelompok hewan ikan
Plantae : dunia/kingdom tumbuhan
Polusi : penambahan setiap zat pada lingkungan yang mengganggu keseimbangan alam
Polutan : bahan yang menyebabkan polusi
Protozoa : filum yang terdiri atas hewan bersel satu, seperti *Amoeba* dan *Paramecium*
Pseudopodia : alat gerak pada Rhizopoda atau Sarcodina, pseupodia sdisebut juga kaki semu
Pterydophyta : kelompok tumbuhan paku
Pyrophyta : kelompok ganggang api

R

Reboisasi : penghijauan/penanaman kembali pada tanah/lahan yang gundul
Rhizopoda : kelompok Protozoa yang tidak memiliki bentuk yang tetap dan mempunyai alat gerak berupa kaki semu

S

Saprofit : organisme yang makan tumbuhan serta hewan yang mati dan membusuk sehingga terjadi penguraian
Savana : ekosistem padang rumput
Septa : sekat yang terdapat di dalam hifa
Simbiosis : hubungan yang terjadi antara makhluk hidup
Spermatophyta : kelompok tumbuhan berbiji
Spora : alat reproduksi aseksual pada jamur

T

Takson : unit yang menempatkan makhluk hidup pada suatu kelompok atau tingkatan
Taksonomi : klasifikasi organisme hidup
Tallophyta : kelompok tumbuhan yang memiliki akar, batang, dan daun sejati

U

Uniseluler : organisme satu sel

V

Variabel : faktor-faktor yang berpengaruh dalam suatu penelitian
Vertebrata : kelompok hewan bertulang belakang
Virion : partikel virus yang lengkap, terdiri atas bahan genetik (DNA atau RNA) yang dikelilingi selubung protein (dan terkadang juga ada bahan-bahan lain)
Virus : partikel hidup paling kecil yang berdiameter antara 1,025 sampai 0,25 mikron

Z

Zooplankton : hewan mikroskopik yang mengambang di atas permukaan air danau dan laut

INDEKS SUBJEK DAN PENGARANG

A

Abiotik 26, 312, 315, 321, 322, 323, 324, 326, 327, 338, 352, 353, 355, 359, 383
Alga 7, 50, 53, 62, 116, 135, 136, 137, 138, 140, 146, 148, 171, 173, 174, 175, 177, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 221, 223, 225, 326, 329, 346, 374, 375
Amfitrik 93
Anatomi 7, 29, 33, 35, 39, 46, 48, 56, 57, 303
Angiospermae 183, 184, 222, 225, 329
Anteridium 191, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 206, 207, 208, 209, 210
Antonie van Leuwenhoek 89
Aristoteles 41, 50, 268
Arkeosit 235
Arthropoda 43, 50, 227, 228, 258, 268, 269, 274, 275, 276, 284, 285, 287
Ascomycetes 165
Ascon 233, 284
Athophyta 214
Autotrof 51, 90, 102, 104, 110, 118, 123, 138, 182, 187, 326, 327, 329, 333, 335, 352, 388
Aves 36, 37, 38, 52, 54, 227, 228, 279, 282, 283, 285, 288, 330

B

Bakteri 7, 50, 51, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 117, 119, 120, 123, 145, 147, 157, 159, 181, 182, 281, 321, 327, 329, 340, 342, 353, 354, 356, 377, 379, 381
Bakteriofage 61, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 82, 83
Binomial nomenclature 33, 34, 45, 59
Biologi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 38, 46, 47, 54, 55, 59, 67, 68, 72, 73, 77, 117, 122, 123, 126, 127, 129, 130, 132, 144, 159, 168, 181, 188, 200, 204, 211, 213, 230, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 248, 257, 262, 265, 268, 271, 273, 275, 288, 289, 293, 315, 321, 363, 369, 371, 386
Biotik 26, 74, 105, 163, 174, 312, 315, 321, 322, 323, 324, 326, 327, 328, 334, 335, 338, 350, 352, 353, 355, 359, 383

C

Corolus. L. 41, 45
Chlorella 188, 221, 225
Cilia 115, 123, 130, 146, 149
Ciliata 115, 123, 130, 131, 133, 146, 149

D

Determinasi 33, 34, 52, 53, 54, 55, 59
Diploid 132, 158, 162, 165, 191, 192, 197, 199, 206
DNA 3, 5, 19, 39, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 82, 92, 94, 96, 103, 111, 128
Dorsal 237, 243, 260, 264, 268
Dwidjoseputro 171

E

Echinodermata 50, 227, 228, 265, 266, 267, 268, 284, 285, 287, 289, 390
Eksperimen 1, 2, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 28, 30
Endemik 292, 294, 295, 300, 310, 316, 317, 318, 319, 320
Endospora 87, 95, 110, 111, 113, 182
Ernest Hackel 50
Euglenophyta 115, 135, 138, 146, 148, 149, 188
Eukariota 102, 103, 115, 117, 146

F

Fauna 291, 295, 296, 298, 315, 317, 383
Fenotipe 291, 313, 314, 319
Filamen 181, 191, 223
Filogenik 33, 34, 41, 46, 47, 50, 56, 59
Fisiologi 8, 33, 35, 46, 48, 56, 84, 96, 116, 123, 152, 254, 178, 362
Flagela 87, 92, 110, 111, 113, 115, 124, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 148, 156, 182, 188, 190, 197
Flagelata 139, 148
Floem 196, 197, 204
Flora 291, 294, 295, 296, 299, 315, 317, 383

Fungi 51, 56, 58, 59, 151, 153, 171, 176, 177, 178, 179, 321, 372

G

Gastrovaskuler 243
Genetik 7, 8, 19, 27, 64, 65, 67, 74, 82, 93, 94, 96, 312, 366
Genotipe 291, 313, 314, 319
Gymnospermae 53, 183, 184, 215, 216, 217, 222, 329

H

Haploid 132, 158, 162, 165, 166, 169, 191, 192, 198, 199, 205
Heterotrof 51, 58, 90, 104, 110, 112, 118, 123, 124, 147, 155, 176, 182, 326, 327, 329, 342, 352
Hifa 143, 151, 152, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 165, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179
Hutan 26, 145, 202, 294, 295, 296, 297, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 315, 316, 317, 318, 319, 329, 343, 344, 347, 348, 349, 350, 351, 354, 355, 356, 361, 362, 364, 375, 383, 385

I

Identifikasi 2, 10, 13, 26, 28, 33, 34, 48, 52, 55, 56, 58, 59, 90, 173, 183, 188, 195, 227, 313
Iklim 8, 27, 294, 295, 308, 310, 312, 315, 322, 324, 326, 337, 350, 351, 352, 354
Ilmu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 20, 21, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 40, 41, 45, 47, 50, 51, 57, 67, 118, 182, 221, 301, 302, 303, 308, 311, 312, 316, 360
Insitu 307, 318, 390
Interaksi 23, 26, 124, 312, 315, 321, 322, 323, 326, 327, 328, 329, 331, 344, 345, 352, 353, 359
Ivanowshy 64

K

Kapsid 61, 64, 68, 71, 80, 82, 83, 84, 182
Kapsomer 64, 65, 69, 82
Kapsul 87, 92, 110, 111, 200, 202
Kariogami 169, 191
Klorofil 50, 51, 90, 103, 104, 118, 123, 124, 137, 138, 140, 148, 154, 155, 174, 176, 177, 187, 188, 193, 194, 200, 211, 214, 225, 227, 326, 388
Komunitas 119, 360
Konjugasi 95, 96, 110, 123, 131, 132, 138, 146, 158, 190, 191
Konsumen 30, 120, 359, 374

L

Lichenes 151, 152, 177, 178, 179, 180, 182
Lisogenik 61, 62, 69, 70, 71, 72, 74, 82, 85
Litik 61, 62, 69, 70, 71, 72, 82, 84, 85, 155, 176
Lumut 171, 172, 173, 174, 175, 177, 294, 390

M

Metode 1, 2, 5, 9, 17, 28, 30, 32, 74, 85
Mikoriza 151, 152, 173, 177, 178, 179, 182
Mikroba 115, 118, 371
Mikroskop 6, 10, 20, 21, 24, 30, 89, 90, 91, 92, 98, 111, 115, 116, 119, 120, 121, 135, 136, 137, 141, 142, 146, 153, 154, 155, 157, 161, 164, 168, 172, 175, 227, 234, 250
Mikroskopis 20, 115, 116, 119, 135, 146, 154, 250
Mikrospora 271
Monera 182
Morfologi 8, 20, 96, 122, 137, 232, 254, 303, 313

N

Nemathelminthes 227, 228, 231, 250, 253, 256, 284, 285, 289
Nitrogen 18, 92, 96, 97, 100, 111, 255, 365, 389

O

Obelia 239, 240
Objek 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 90, 91, 120, 121, 136, 142, 311, 312
Oomycota 115, 146
Organik 18, 19, 358, 368, 371, 372, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 384, 386, 387

P

Patogen 89, 99, 105, 107, 108, 379
Plasma nutfah 301, 302, 316, 318
Plasmogami 169, 191

Produsen 30, 120, 136, 195, 322, 329, 330, 332, 333, 334, 335, 336, 338, 342, 346, 352, 354, 355, 359, 374
Protalium 206, 209, 210, 224, 388
Protonema 198, 199, 200, 202, 388
Protozoa 9, 50, 51, 62, 115, 116, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 133, 136, 138, 139, 146, 147, 149, 231, 286, 330
Pteridophyta 183, 184, 221

R

Rehabilitasi 308
Reproduksi 5, 7, 20, 22, 24, 25, 37, 62, 69, 72, 85, 95, 96, 110, 116, 118, 119, 122, 123, 127, 135, 138, 140, 141, 142, 146, 149, 152, 155, 156, 157, 158, 166, 165, 171, 173, 176, 177, 178, 197, 221, 231, 235, 240, 244, 248, 251, 254, 259, 260, 271, 273, 284, 362, 388
Reptilia 52, 227, 228, 279, 281, 282, 285, 288, 227, 309
Rhizopoda 115, 146
RNA 19, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 73, 80, 82, 84, 94, 102
Robert Koch 87
Robert Whittaker 50, 51

S

Saprofit 58, 90, 110, 119, 143, 146, 147, 151, 155, 160, 161, 163, 165, 167, 170, 176, 177, 182
Septa 151, 176, 193, 255
Serkaria 288, 389
Seta 90, 202, 251, 255, 256, 287, 376, 385
Silia 130, 233, 235, 239, 243, 246, 250, 255, 263, 266
Simbiosis 111, 151, 152, 155, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 179, 182, 211, 213
Sintesis 19, 50, 51, 71, 82, 84, 94, 103, 118, 136, 137, 138, 139, 154, 155, 168, 174, 187, 192, 200, 205, 214, 323, 327, 329, 332, 333, 336, 338, 339, 342, 353, 379
Sistematis 1, 2, 5, 9, 28, 29, 31, 181
Species 34, 42, 45, 46, 52, 119, 125, 128, 130, 134, 138, 140, 167, 171, 173, 195, 200, 202, 214, 221, 232, 248, 255, 272, 297, 298, 313, 314, 324, 338, 373, 384
Spermatozoid 198, 209, 210
Spikula 234, 235, 236
Spongosol 233, 235
Spora 51, 58, 87, 94, 95, 100, 101, 102, 110, 111, 113, 133, 135, 143, 144, 145, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 171, 175, 176, 177, 178, 179, 182, 188, 190, 191, 192, 194, 197, 198, 199, 200, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 221, 222, 223, 224, 225, 271, 344, 388
Sporofit 183, 209, 211, 221, 222, 224
Sporogonium 197, 198, 199, 224, 388
Sporozoa 115, 146
Spirogyra 223
Syscon 284

T

Takson 9, 25, 29, 33, 34, 36, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 96, 211, 220, 239
Taksonomi 9, 25, 29, 33, 34, 36, 40, 41, 47, 55, 57, 59, 60, 96, 211, 220, 239
Thallophyta 183, 186, 187, 214, 221
Tropofil 205, 222

V

Vaksin 74, 75, 76, 78, 79, 80, 83, 101, 181
Variabel 1, 10, 13, 14, 15, 28
Vertebrata 49, 52, 62, 99, 117, 227, 228, 230, 231, 232, 279, 284, 285, 286, 288, 295
Virion 61, 65, 83
Virulen 70, 82, 92
Virus 9, 51, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 96, 115, 117, 147, 181, 182

W

Wendell Stanley 64

X

Xilem 196, 197

Z

Zooplankton 115, 119, 146, 272, 330, 363
Zigot 158, 165, 166

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

BIOLOGI

Makhluk Hidup dan Lingkungannya

SMA/MA

Kehadiran buku pelajaran *(textbook)* saat ini dianggap penting dalam proses pembelajaran di sekolah. Buku pelajaran merupakan salah satu komponen dalam pembelajaran. Buku pelajaran yang baik akan menjadi komponen yang sangat menentukan kualitas pembelajaran serta hasil pembelajaran yang dicapai.

Buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi semacam itu. Buku pelajaran biologi ini disusun dengan mempertimbangkan aspek-aspek pembelajaran biologi untuk SMA/MA sehingga diharapkan menjadi komponen penting yang dapat membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran biologi, seperti menyadari keindahan alam dan mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, mempunyai sikap ilmiah (jujur, objektif, terbuka, ulet, dan kritis), mampu menerapkan konsep biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang dibutuhkan manusia, serta berperan aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan alam.

Buku ini diharapkan bisa berperan dalam proses pembelajaran biologi karena memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut.

1. Penyajian diawali dengan tujuan pembelajaran yang jelas, diikuti dengan contoh kontekstual yang dikemas dengan bahasa komunikatif serta gaya dialogis dan interaktif sehingga akan memotivasi siswa untuk belajar.
2. Materi, selain disajikan lengkap sesuai dengan muatan kurikulum pendidikan yang berlaku, juga disampaikan secara tidak kering dan kaya nuansa, dengan memberikan informasi populer seputar masalah biologi. Materi juga disajikan dengan memperhatikan kelengkapan antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik sehingga dapat memberikan kompetensi yang lebih komplet dan menyeluruh kepada siswa.
3. Diberikan kegiatan dan tugas (baik individu maupun kelompok) yang berorientasi praktik dan aplikasi sehingga akan memberikan pengalaman belajar yang bermakna kapada siswa dalam usaha menguasai kompetensi.
4. Pada buku ini disertakan pula soal-soal latihan dan uji kompetensi sehingga baik guru maupun siswa dapat melakukan pengukuran terhadap penguasaan materi dan kompetensi dari hasil pembelajaran tiap bab. ■

ISBN 978-979-068-129-3 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-131-6

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks palajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp20.577,--